

Bindning och utsläpp av växthusgaser i närmiljöer

Utveckling av kalkylmetoder

Henna Timonen

Examensarbete för miljöplanering (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för Skogsbruk och miljö
Raseborg 2013



EXAMENSARBETE

Författare: Henna Timonen

Utbildningsprogram och ort: Skogsbruk och miljö, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Ia för miljöplanering

Handledare: Tiina Haaspuro och Patrik Byholm

Titel: Bindning och utsläpp av växthusgaser i närmiljöer – Utveckling av kalkylmetoder

Datum 14.4.2013

Sidantal 73

Bilagor 5

Abstrakt

Examensarbetet behandlar testningen och bedömningen av en nyligen utvecklad kalkylmodell för beräkning av kolbalanser i kommunernas närmiljöer. Kalkylmodellen är utvecklad av Forsknings- och utvecklingsinstitutet Aronia, vars mål var att stöda växthusgaskartering i kommunerna genom att komplettera den redan existerande Kasvener- kalkylmodellen med kolbalansberäkningar för närmiljöerna: skog, jordbruksmark, vattendrag och myrmarker. Syftet med testningen och bedömningen av kalkylmodellen var att stöda kalkylmodellens utvecklingsprocess. Vid testningen testades några alternativa kalkylmetoder för skogsberäkningen samt hela kalkylmodellen som en helhet. För skogsberäkningens tester valdes två testkommuner ut, vars skogsuppgifter användes vid varje testad kalkylmetod. Resultaten jämfördes sedan sinsemellan. Vid testningen av hela kalkylmodellen testades både hämtandet av de nödvändiga inmatningsuppgifterna samt användningen av kalkylmodellen. För testningen valdes åtta testkommuner. Vid bedömningen utvärderades kalkylmodellens användarvänlighet genom användartest och intervjuer.

Jämförelsen av skogsberäkningstesternas resultat skickades till Skogsforskningsinstitutet för vidare analys. Testresultaten för hela kalkylmodellen utgjorde även närmiljöernas kolbalanser i testkommunerna och bidrog till att komplettera tidigare utförd växthusgaskartering i området. Användningen av kalkylmodellen bedömdes vara svår och en del förbättringar rekommenderades.

En två månaders praktiperiod vid Aronia under hösten 2012 och ett skrivarbete under hösten 2012 och våren 2013 resulterade i detta slutarbete.

Språk: Svenska

Nyckelord: växthusgaser, kolsänkor, kolkällor, kolbalans

Examensarbetet finns tillgängligt antingen i webbiblioteket Theseus.fi eller i biblioteket.

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Henna Timonen

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Skogsbruk och miljö, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Miljöplanering

Ohjaajat: Tiina Haaspuro ja Patrik Byholm

Nimike: Lähiympäristöjen hiilipäästöt ja -kertymät – Laskentamenetelmien kehittäminen

Päivämäärä 14.4.2013

Sivumäärä 73

Liitteet 5

Tiivistelmä

Lopputyö käsittelee kuntien lähiympäristöjen hiilitaseiden laskentamallin testausta ja arviointia. Laskentamallin on kehittänyt Tutkimus- ja kehitysinstituutti Aronia, joka on halunnut tukea kuntia kasvihuonekaasujen kartoittamisessa täydentämällä jo olemassa olevaa Kasvener- laskentamallia lähiympäristöjen hiilitaseiden laskentamenetelmillä. Testauksen ja arvioinnin tavoitteena on tukea hiilitase-laskentamallin kehitysprosessia. Testauksissa testataan metsälaskennan eri mahdollisia laskentamenetelmiä sekä laskentamallia kokonaisuudessaan. Metsälaskennan testaukseen on valittu kaksi testikuntaa, joiden metsätiedoista saatuja tuloksia vertaillaan keskenään. Koko laskentamallia testattaessa, on testattu sekä tarvittavien syöttötietojen hakua että itse laskentamallin käyttöä. Tähän testaukseen on valittu kahdeksan testikuntaa. Laskentamallin käyttäjäystävällisyyttä arvioidaan käyttäjätestin ja haastatteluiden tulosten perusteella.

Metsälaskennan tulokset lähetettiin Metsäntutkimuslaitokselle analysoitavaksi. Laskentamallin kokonaistestauksesta saadut tulokset muodostavat testikuntien lähiympäristöjen hiilitaseet ja täydentävät testialueella jo aiemmin tehtyä kasvihuonekaasukartoitusta. Laskentamalli arvioidaan vaikeakäyttöiseksi, ilman arvioinnissa suositeltuja parannuksia.

Tämä lopputyö on lopptulos kahden kuukauden mittaisesta työharjoittelujaksosta Aroniassa, syksyllä 2012, sekä kirjoitusurakasta syksyllä 2012 ja keväällä 2013.

Kieli: ruotsi Avainsanat: kasvihuonekaasut, hiilinielut, hiililähteet, hiilitaseet

Opinnäytetyö on saatavilla joko ammattikorkeakoulujen verkkokirjastossa Theseus.fi tai kirjastossa.

BACHELOR'S THESIS

Author: Henna Timonen

Degree Programme: Forestry and Environmental Planning

Specialization: Environmental Planning

Supervisors: Tiina Haaspuro and Patrik Byholm

Title: Sequestration and Emissions of Greenhouse Gases in Local Environments –
Developing Calculation Methods / Bindning och utsläpp av växthusgaser i
närmiljöer – Utveckling av kalkylmetoder

Date 14 April 2013

Number of pages 73

Appendices 5

Summary

The thesis consists of developing a calculation model, which calculates carbon balances in municipalities' local environments. The calculation model was developed by Research and Development Institute Aronia, aiming to support charting of greenhouse gases in the municipalities, by completing the Kasvener calculation model. Some alternative calculation methods were tested for the forest calculation as well as on the calculation model as a whole. For the forest calculation experiment two municipalities were chosen, with their forest information giving the needed results to compare. During the testing of the whole calculation model, both the collecting of needed municipal information and the usage of the model were tested. For the testing, information for eight experimental municipalities was collected. An evaluation was also performed, based on a usability testing and interviews.

The comparison of the forest calculation results was sent to the Finnish Forest Research Institute for further analysis. The other testing resulted in providing the carbon balances for every experimental municipality's local environment, and completed an earlier performed charting of greenhouse gases in the municipalities. The calculation model was evaluated to be difficult to use without recommended improvements.

Language: Swedish Key words: greenhouse gases, carbon sinks, carbon source,
carbon balance

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Syfte.....	1
1.2 Avgränsningar	2
2 Växthusgaser i politik och närmiljöer	3
2.1 Klimatpolitik	3
2.1.1 Klimatavtal och mål	4
2.1.2 Kolsänkor	4
2.1.3 Inventering av växthusgaser i Finland	5
2.1.4 Klimatlag	6
2.2 Närmiljöernas växthusgaser	6
2.2.1 Skog	7
2.2.2 Åkermark	8
2.2.3 Vattendrag.....	9
2.2.4 Myrmarker	10
2.3 Kalkylering av växthusgaser i närmiljöer	11
2.3.1 Uppbyggnad.....	11
2.3.2 Användning.....	13
2.3.3 Beräkningarna.....	14
3 Metoder	16
3.1 Testning av skogsberäkningens kalkylmetoder	16
3.1.1 Testning av tillväxt-avgång metoden i skogsberäkningen.....	17
3.1.2 Testning av lagerförändringsmetoden i skogsberäkningen	19
3.2 Testning av kalkylmodellen.....	20
3.2.1 Kommungränser och bebyggda markområden	22
3.2.2 Myrmarker i naturligt tillstånd och torvtäkter.....	24
3.2.3 Sjöar, strömmande vatten och vassbestånd vid kusten	26
3.2.4 Skog	29
3.2.5 Jordbruksmarker.....	30
3.3 Bedömning av kalkylmodellens användarvänlighet.....	34

3.3.1 Användartest och intervju med miljöplanerarstuderande.....	35
3.3.2 Intervju med kommunala tjänstemän	37
4. Resultat.....	39
4.1 Testning av tillväxt-avgång metoden i skogsberäkningen	39
4.2 Testning av lagerförändringsmetoden i skogsberäkningen	42
4.3 Uppskattning av de strömmande vattendragens bredder	45
4.4 Kolbalanser i Västnyland	46
4.4.1 Närmiljöernas kolbalanser i Hangö	47
4.4.2 Närmiljöernas kolbalanser i Högfors	48
4.4.3 Närmiljöernas kolbalanser i Ingå.....	49
4.4.4 Närmiljöernas kolbalanser i Karislojo.....	50
4.4.5 Närmiljöernas kolbalanser i Lojo.....	51
4.4.6 Närmiljöernas kolbalanser i Nummi-Pusula	51
4.4.7 Närmiljöernas kolbalanser i Raseborg	52
4.4.8 Närmiljöernas kolbalanser i Sjundeaå	53
4.4.9 Västnylands kolbalans	54
4.5 Användartest	57
4.6 Intervju med kommunala tjänstemän	66
4.7 Bedömning.....	67
5 Diskussion.....	69
Källförteckning	71
Bilagor.....	75
Testområdets inmatningsuppgifter för skogsberäkningen	75
Testområdets inmatningsuppgifter för jordbruksmarksberäkningen	76
Testområdets inmatningsuppgifter för vattendragsberäkningen.....	79
Testområdets inmatningsuppgifter för myrmarksberäkningen	81
Testområdets inmatningsuppgifter för bebyggda markområden.....	83

1 Inledning

Under år 2009 utförde Forsknings- och utvecklingsinstitutet Aronia en kartläggning av växthusgaser i Västnyland (Haaspuro & Fortelius 2010). Vid karteringen användes som hjälpmedel Kasvener- kalkylmodellen, som Finlands miljöcentral (härefter Syke) utvecklat för Kommunförbundet (Kommunförbundet 2011). Med modellen kan man beräkna kommunens årliga växthusgasutsläpp samt energiproduktion och energikonsumtion. Modellens beräkningar är fokuserade på energi, industriprocesser, jordbruk och avfallshantering. Det uppstod dock en önskan bland kommunerna att även inkludera naturliga miljöer i beräkningarna och Aronia beslöt att ta an utmaningen. För att komplettera Kasvener började Aronia utvecklingen av ytterligare kalkylmetoder för växthusgasbalansen i kommunens naturliga närmiljöer, dvs. skog, myrmark, åkermark och vattendrag (Forsknings- och utvecklingsinstitutet Aronia u.å.). Projektets mål var att utveckla förenklade kalkylmetoder som tillsammans med Kasvener skulle möjliggöra en åskådning av en kommuns totala växthusgasbalans.

1.1 Syfte

Projektledaren för utveckling av kalkylmetoderna, Tiina Haaspuro, var i kontakt med räkneexperter från Skogsforskningsinstitutet (härefter Metla) och Syke gällande kalkylering av växthusgasbalansen i närmiljöerna. Med hjälp av experternas förslag och de nyaste forskningsrönen har kalkylmetoder under åren 2011-2012 sammanställts till en förenklad helhet i Microsoft Office Excel- program. En utredning över kalkylmodellens användbarhet är beskriven i detta examensarbete.

Inom ramen för examensarbetet, utfördes följande uppgifter för Aronias projekt:

- Testning av skogsberäkningens kalkylmetoder
- Testning av kalkylmodellen
- Bedömning av kalkylmodellens användarvänlighet

För beräkningen av skogsmarkernas växthusgasbalans utformades två olika kalkylmetoder baserade på den nationella inventeringen av växthusgaser. Dessa testades inom ramen för examensarbetet och resultaten skickades till Metla för

vidare analys. Vidare beslöt experterna på Metla tillsammans med Haaspuro vilken kalkylmetod som skulle användas i den slutliga versionen av skogsberäkningen.

Genom att beräkna Västnylands närmiljöers växthusgasbalans och sammanställa dem med resultaten från växthusgaskarteringen från 2009, fick man således områdets totala växthusgasbalans. Samtidigt bidrog beräkningen till en bedömning av kalkylmetodernas användarvänlighet. Vid bedömningen av kalkylmetodernas användarvänlighet testades kalkylmetoderna utöver examinanden av två övriga miljöplanerarstuderande. Den slutliga bedömningen är baserad på testpersonernas feedback och testresultat samt examinandens egna användningserfarenheter vid den kompletterande beräkningen av Västnylands växthusgasbalans.

1.2 Avgränsningar

Kalkylmodellen var under testningarna fortfarande i utvecklingsskede, vilket gjorde att smärre fel i modellen korrigerades vid behov under arbetets gång. På grund av personalpermittering hos Jord- och skogsbruksministeriets statistikcentral (härefter Tike) och kom de ekologiskt odlade arealerna i jordbruksberäkningen att hamna utanför beräkningen av Västnylands nya växthusgasbalansberäkning samt bedömningen av kalkylmetodernas användarvänlighet.

2 Växthusgaser i politik och närmiljöer

Klimatförändringen uppskattas idag som faktum, men huruvida orsakerna är naturliga eller av människan orsakade återstår oklar i debatten. Hur som helst har bl.a. FN och EU vidtagit åtgärder för att förebygga temperaturhöjningen genom klimatforskning och bindande klimatavtal om minskning av utsläpp. I Finland har man skrivit under FN:s gemensamma klimatavtal och följer upp sina utsläpp, som årligen rapporteras till klimatavtalets sekretariat och Europeiska kommissionen. Därtill har även de finska kommunerna uppmärksammat sin roll i klimatkampen och utarbetar egna klimatprogram samtidigt som de utreder kommunens största utsläppskällor. Finlands miljöcentrals Hinku-projekt är ett exempel på ett arbete som motarbetar klimatförändringen på kommunnivå. Både kommuner och företag har deltagit i projektet, vars uppgift är att samla klimativänliga idéer för att minska utsläppen inom kommunerna (Suomen ympäristökeskus 2013a).

Vidare genomförs växthuskarteringar av forskningsteam för kommuner för att understödja det kommunala klimatarbetet. Som hjälpmedel har Kommunförbundet beställt räknemodellen Kasvener av Syke för kommunernas användning vid beräkning av kommunens utsläpp. Räknemodellen kompletteras fortfarande och ett förslag till kompletterande beräkningar har testats inom ramen för detta examensarbete.

2.1 Klimatpolitik

År 1992 ordnades FN-konferensen, den så kallade Rio-konferensen, i Rio de Janeiro, Brasilien med hållbar utveckling på agendan. Under konferensen diskuterades världens sociala, ekonomiska och ekologiska hållbarhetsfrågor och resulterade i följande dokument: Riodeklarationen, Agenda 21, Skogsprinciperna, Biodiversitetsdeklarationen och klimatdeklarationen (United Nations 1997). Konferensens klimatavtal (*en. United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC*) trädde i kraft två år senare, varefter avtalets högsta beslutsorgan årligen sammankommit till en årlig COP-konferens. Under de senaste åren har COP15-18 ordnats i Köpenhamn (2009), i Cancún (2010), i Durban (2011) och i Doha (2012). I november 2013 kommer COP19 att ordnas i Warszawa, Polen. I konferenserna deltar affärs- och regeringsledare samt ledare från

internationella miljöorganisationer. Deltagandet från Finlands sida sköts av Miljöministeriet (Suomen ympäristökeskus 2013b).

2.1.1 Klimatavtal och mål

Klimatavtalet kompletterades år 1997 i Kyoto och därför talas ofta om Kyotoprotokollet i samband med klimatavtalet. Vid kompletteringen av avtalet vägrade Förenta Staterna att skriva under avtalet (Suomen ympäristökeskus 2013b). Kanada backade ur avtalet år 2011 efter konferensen i Durban (CBC News 2011).

Klimatavtalet förutsätter en minskning av växthusgaserna till en hållbar nivå. I avtalet förbinder sig samtliga deltagande länder till att minska utsläppen, men större krav ställs på de industrialiserade länderna (United Nations Framework Convention on Climate Change 2013). Avtalet kräver en minskning på 5,2 % av sex olika växthusgaser till 1990 års nivå under åren 2008-2012.

För EU fastställdes minskningsbehovet till 8 % av 1990 års nivå, varav EU-länderna sinsemellan förhandlat om landsvisa minskningar inom den givna ramen. För Finland gäller minskning till samma nivå som under år 1990. Utöver Kyotoprotokollets avtal har EU i samband med sin tillväxtstrategi satt upp egna mål för utsläppsminskningen. EU har förbundit sig till att minska växthusgasutsläppen med 20 % till 1990 års nivå fram till 2020. Fram till 2050 finns visioner på minskning av utsläppen med 80-95 % (European Commission 2013).

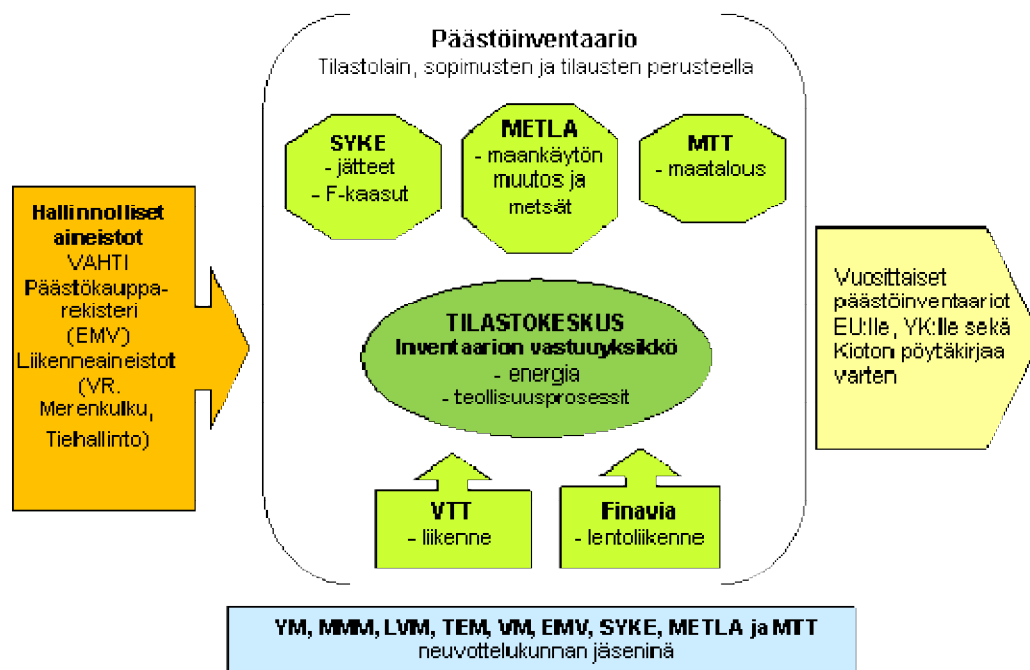
2.1.2 Kolsänkor

Kolsänkornas roll i klimatavtalet förklaras i Kyotoprotokollets tredje artikels tredje punkt (United Nations 1998, s. 3). Markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (eng. *land use, land use changes, forestry, LULUCF*) rapporteras om i samband med den nationella inventeringen av växthusgaser. Beroende på typen av markanvändning kan det använda området fungera som källa eller sänka för växthusgaser. Vanligtvis talar man om kolsänkor, vilket betyder att det på ett område binds mera koldioxid än vad det avges. Atmosfärens koldioxid binds i biomassa och jordmån och beroende på markanvändningen förvaras koldioxidet under olika långa tidsperioder. I Finland fungerar skogarna som kolsänkor och rapporteras därför till FN och EU (Tilastokeskus 2012a, s. 32). Under år 2011 fungerade Finlands LULUCF-

sektor som nettosänka. Nettosänkan uppgick till ca 25 miljoner ton koldioxidekvivalenter (Tilastokeskus 2012b).

2.1.3 Inventering av växthusgaser i Finland

Årligen utförs den nationella växthusgasinventeringen och resultaten rapporteras internationellt. Länderna bör uppgöra ett nationellt system som producerar inventeringens utsläpps- och källuppgifter. Därtill hör uppgifternas arkivering, resultatens publicering, deltagande i inventeringsundersökningar och inventeringens kvalitetskontroll till det nationella systemet. I Finland stod det nationella systemet färdigt år 2004 (Tilastokeskus 2010).



Figur 1: Växthusgasernas inventeringssystem i Finland och arbetsfördelningen (Källa: Tilastokeskus 2010)

I Finland fungerar Statistikcentralen som ansvarsenhet för den nationella växthusgasinventeringen (figur 1). Inventeringssamarbetet försiggår mellan växthusgasernas inventeringsenhet, expertinstitutioner och ministerierna och en del av beräkningsuppgifterna köps. Som expertinstitutioner fungerar Statistikcentralen, Syke, Forskningscentralen för jordbruk och livsmedelsekonomi (MTT) och Metla. Miljöministeriet, Jord- och skogsbruksministeriet, Arbets- och näringsministeriet och Kommunikationsministeriet utgör inventeringens ansvarsministerie (Tilastokeskus 2010).

I LULUCF- sektorns redovisning ingår de växthusgasutsläpp och -bindningar som sker på grund av markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk. Till markanvändningen hör de obligatoriska skogs- och jordbruksmarkerna, gräsområdena och våtmarkerna. Frivilliga är bebyggt markområde samt övriga markområden. Annat redovisningsskyldigt är skogarnas kvävegödsling, förbränning av biomassa (skogsbränder, svedjebruk), torvtäkternas utsläpp (ej CO₂), kalkning på jordbruksmark och gräsområden och träprodukter. Vilka växthusgaser som redovisas för diverse delområde finns noggrannare beskrivet i Statistikcentralens publikation *"Suomen kasvihuonepäästöt 1990-2010"* (Tilastokeskus 2012a, s. 34).

2.1.4 Klimatlag

Kolbudgeter och klara arbets- och ansvarsfördelningar riksdagen, statsrådet, ministerierna och den nationella klimatpanelen emellan är vad som står på förslaget till den finska klimatlagens agenda (Polttava Kysymys – Ilmastolakikampanja 2010). Jordens vänner i Stor-Britannien fick en klimatlag till stånd redan år 2008 (Climate Change Act 2008) och Jordens vänner i Finland med bred stögrupp arbetar för att få till stånd en liknande lag också i Finland.

Tanken är att lagförslaget skall prövas i regeringen redan under denna regeringsperiod. På förslag finns för tillfället en reduktion på 80% av växthusgaserna fram till 2050 från 1990-tals nivå. Lagen skall inte utfärda strängare klimatmål eller ställa lagkrav på privata aktörer, utan skall snarare uppmuntra Finland till att uppnå klimatavtalets uppsatta mål. För regeringen och riksdagen skall lagen fungera som ett verktyg för att uppnå målen planenligt och kostnadseffektivt (Suomen ympäristökeskus 2013c).

2.2 Närmiljöernas växthusgaser

Kolbalansen i närmiljöer uppfattas som skillnaden mellan tillkomst och avgång av kol i systemet. Den nationella inventeringen rapporterar under Kyotoprotokollet om skogsmarkernas och jordbruksmarkernas utsläpp och bindning, medan växthusgaserna i vattendragen och de naturliga myrmarkerna står utanför inventeringen.

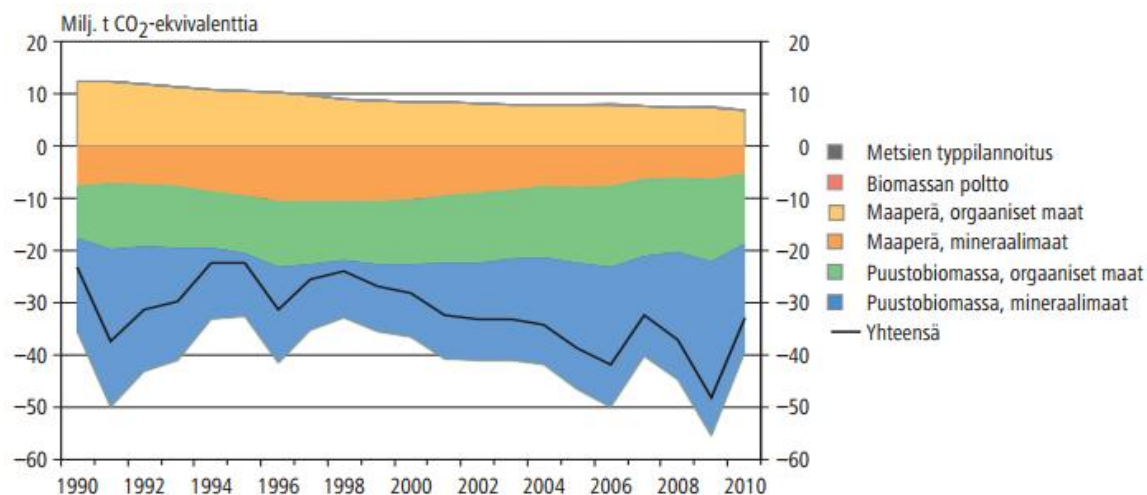
I kommande underkapitel om växthusgaserna i skog, jordbruksmark, vattendrag och myrmarker baseras materialet främst på forskningsprogrammet SILMU:s publikation *”Ilmastonmuutos ja Suomi”* (Kuusisto, Kauppi & Heikinheimo 1996). Programmet finansierades i huvudsak av Finlands Akademi för forskning inom klimatförändringen (Suomen Akatemia 2011).

2.2.1 Skog

Atmosfäriskt CO₂ binds naturligt i skogens virke, ytvegetation och jordmån. I skogsmiljö lagras mycket kol i förnan, humusen och mineraljorden, medan den största delen av kolet lagras i torven på myrmarkerna. CO₂ binds även i trädens stam, rötter, kvistar och löv eller barr. Däremot frigörs CO₂ vid nedbrytningen och förbränningen av skogsprodukterna. Från trävaror på soptippar bildas även metanutsläpp. Skogens kolförråd fås genom att subtrahera avverkning, naturlig avgång och grot (fi. *metsätähde*) från tillväxten (Kuusisto m.fl. 1996, s. 97-100, 186).

Skogsmarkernas kolförråd är beroende av områdets medeltemperatur och bördighet. Kolförrådet i norra Finlands skogar är mindre än i södra Finland. Lagringen av kol i virket beror på tillväxtförhållanden samt virkets uppbyggnad och kan därför för snabbas genom effektivare tillväxt. Skogsmarkernas större kolförråd anses vara ett resultat av större skogsarealer, effektivare skogsvård och mindre avgång än tillväxt. Det större kvävenedfallet och atmosfärens högre CO₂ koncentration tros även ha påverkat den ökade tillväxten (Kuusisto m.fl. 1996, s. 100, 186-188).

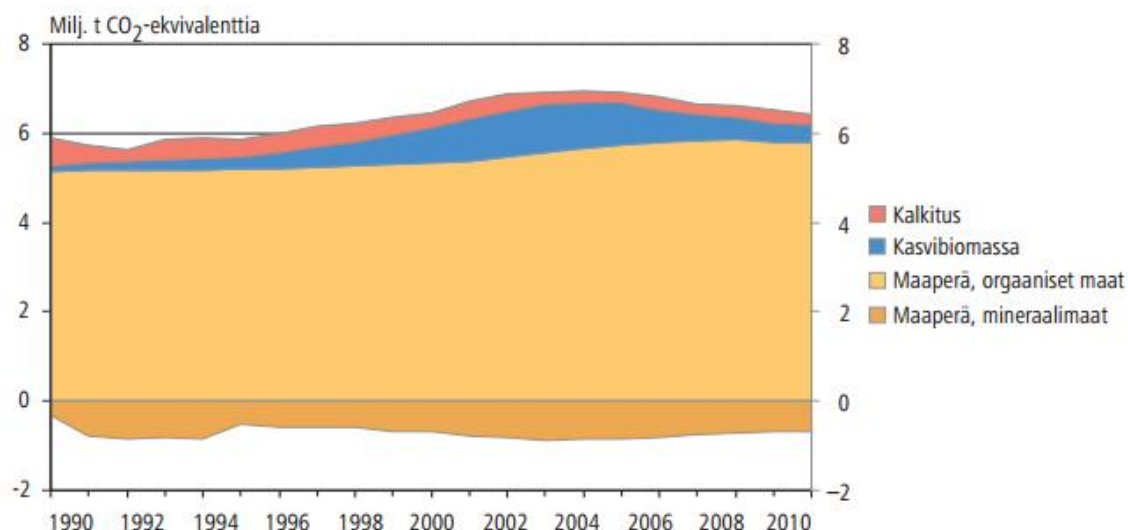
Kvävet i naturliga skogsekosystem cirkulerar nästan heltäckande inom det egna systemet. Dikväveoxid formas i jordmånen när nitrat reduceras eller ammonium oxideras. Dikväveoxidutsläppen ökar vid kvävenedfall och slutavverkningar (fi. *avohakkuu*). Moskogarnas jordmån fungerar som metansänka, då jordens mikrober oxiderar metanet till CO₂. Sänkans funktion är beroende av jordmånens genomtränglighet, vilket påverkar gasens diffusionshastighet i marken. Hög koncentration av kväve i jordmånen hämmar mikrobernas förvandling av metan till CO₂ (Kuusisto m.fl. 1996, s. 186-188). I Statistikcentralens rapport om Finlands växthusgaser mellan åren 1990-2010 (figur 2) har skogen visat sig utgöra Finlands största kolsänka.



Figur 2: Växthusgasutsläpp (+) och -binding (-) i skogsmarkernas markanvändningsklass under åren 1990-2010 angivet i milj. ton CO₂-ekvivalenter. Figuren visar skogens organiska jord som växthusgaskälla, då de övriga, kvävegödslingen, förbränning av biomassa, mineraljordarna och trädbeståndets biomassa visas som bindare av växthusgaser. (Källa: Tilastokeskus 2012a, s. 35)

2.2.2 Åkermark

Åkermarkens jordbruksväxter binder kol, men förs bort från åkern i samband med höstens skörd. Åkermarken i sig både binder och frigör växthusgaser. Åkermarker är oftare källor för växthusgaser, än sänkor av dem (Figur 3). Vid röjning av myrmark till jordbruksåker uppkommer jordbruksmarkernas första koldioxidutsläpp. Vidare avges koldioxid vid plöjningen av åkrar, då nedbrytningen av det organiska materialet gynnas. I markens anaeroba förhållanden avges även metan. Dock kan jordbruksmarken även binda metanet, genom att mikroberna oxiderar metanet till koldioxid i stället. Den starka kvävecykeln hämmar metanets oxidation och därför avger jordbruksmarker mera metan än naturliga marker. Dikväveoxidutsläppen är betydliga från de kvävegödslade åkrarna och då åkermarken är våt, exempelvis efter regn, avger de mera metan och dikväveoxid (Kuusisto m.fl. 1996, s. 121-122).



Figur 3: Utsläpp (+) och bindning (-) av växthusgaser i odlingsmarkens markanvändningsklass under åren 1990–2010 angivet i milj. ton CO₂-ekvivalenter. I klassen ingår kalkning, växtbiomassa samt organisk och mineraljord. (Källa: Tilastokeskus 2012a, s. 35)

Ur figuren (Figur 3) framgår att enbart mineraljorden fungerat som sänka för växthusgaser. Kalkningen, växtbiomassan och de organiska jordarna har däremot fungerat som källor för växthusgaser.

2.2.3 Vattendrag

Genom vattendragens primärproduktion och bakteriverksamhet binds atmosfäriskt kol i ekosystemet. Frigöringen av kol sker däremot vid nedbrytningen. Sedimenteringen för kolet till botten där ansamlas för en längre tid. Dock frigörs både koldioxid och metan fortgående från det sedimenterade materialet. Mikrobverksamheten i sedimentets aerobiska del frigör koldioxid, då den anaerobiska delen av sedimentet i sin tur frigör metan. Frigöringens hastighet beror på materialets kvalitet och mängd. Ju mera organiskt material som ansamlas på vattendragets botten, desto mera ökas metanutsläppen från botten. Även vattnets bubblande och vattenväxter gynnar metanutsläppen. Metan transporteras i vassens, starrens och fräkenväxternas ihåliga stam från sedimentet tillbaka till atmosfären. Dessa växter anses öka i och med varmare klimat (Kuusisto m.fl. 1996, s. 189-190). I övrigt har det visat sig att mindre vattendrag avger mera växthusgaser till atmosfären i förhållande till vattenytans areal (Rantakari 2010, s. 7).

Dikväveoxid (N₂O) kan avges i samband med bakteriernas andning, då syret byts ut mot nitrat eller nitrit. Andningens slutprodukter är då kväveoxid, dikväveoxid

och kvävgas. Då pH-förhållandet är lågt, liksom temperaturen, utgörs den största slutprodukten av dikväveoxid. Ökad tillförsel av kväve i vattendraget kan även öka utsläppen av dikväveoxid (Kuusisto m.fl. 1996, s. 189-190).

2.2.4 Myrmarker

Förändringarna på myrmarkerna är långsamma och dess kolförråd är ett resultat av ett långtidsprojekt. Myrmarksekosystemets viktigaste växthusgaser utgörs av koldioxid, metan och dikväveoxid. Myrmarkernas växthusgasdynamik beror främst på områdets hydrologi, bördighet, växtlighet och jordmånens biologi. Eftersom det i Finland finns myrmarker av många slag fungerar de både som sänkor och källor för olika växthusgaser. Ofta fungerar myrmarkerna parallellt som kolsänkor och metankällor, men många undantag finns. Därför bör växthusgaserna i myrmarksekosystemet alltid observeras som en helhet (Kuusisto m.fl. 1996, s. 188).

Vid fotosyntes binds CO_2 i myrmarken, liksom det igen avges vid aerobisk nedbrytning. Eftersom fotosyntesen är aktivare under dagen och soliga årstider beror kolbindningsmängden på dygnsrytmen och årstiderna. Den våta torven avger metan till atmosfären genom diffundering och bubblande i anaerobiskt tillstånd. Den del av torven som dock har tillgång till syre avger i sin tur CO_2 . Metanutsläpp avges även av olika starrarter (*Carex sp*) samt andra kärlväxter. På trädbevuxna myrmarker där vattennivån är lägre än på trädlösa myrmarker binds metanet i sin tur i marken och virket. Metanutsläppen regleras även av områdets bördighet. Trädbevuxna myrmarker kan dock i sin tur avge N_2O . Våtare myrmarker kan fungera som sänka för N_2O , då N_2O i markens anaerobiska tillstånd bildas till kvävgas (N_2), som inte räknas till växthusgaserna (Kuusisto m.fl. 1996, s. 188-189, Tilastokeskus 2012b).

Myrmarkernas kolbalanser ändras i samband med ändrad markanvändning. Då myrmarker dikas för skogsbruk och trädbeståndet börjar växa, minskar metanutsläppen, men upphör inte helt. Dikväveoxidutsläpp uppkommer på trädbevuxna myrmarker och kan öka vid dikning. Dikning av myrmarker för åkerodling minskar metanutsläppen, men ökar utsläppen av CO_2 och dikväveoxid (Kuusisto m.fl. 1996, s. 189).

Vid övergången från myrmark till torvtäkt frigörs torvens kolförråd till atmosfären. Vid dikningen av myrmarken för torvtäktverksamhet upphör primärproduktionen

och då även kolbindningsmöjligheterna i samma veva. Koldioxid avges fortgående då torv dikas, insamlas och torkas till den slutliga användningen som växtunderlag eller till förbränning (Kuusisto m.fl. 1996, s. 122).

2.3 Kalkylering av växthusgaser i närmiljöer

Den av Aronia nyligen utvecklade modellen tar fasta på den naturliga kolcykeln som uteblivit från Kasvener- modellen. Här kan man beräkna koldioxidets och metanets utsläpp och bindning och i vissa fall också kväveoxidulens dynamik i ett begränsat skogs-, jordbruks-, vattendrags- och myrmarksområde. Kommunen kan erhålla nyttig information om hur dess närmiljöer binder eller frigör kol, så att detta kan tillämpas inom samhällsplaneringen. Om skogen står för en kommuns största kolsänka, bör detta tas i beaktande i nyttjandet av kommunens skogsmarker. Det bör dock noteras att kalkylmodellens indelning av skogsmarker och myrmarker kan uppfattas missvisande. I modellens myrmarksberäkningar ingår enbart myrmarker i naturligt tillstånd (odikade myrmarker) samt torvtäkter. Övriga myrmarker ingår i skogsberäkningarna, i enlighet med den nationella inventeringen. Modellen har utformats i samarbete med dessa ekosystems koldynamikexperter och för skogs- och jordbruksmarkerna har tillämpats samma metoder som i den nationella inventeringen. För utarbetning av vattendrags- och myrmarksberäkningarna har de nyaste forskningsrönen använts.

För detta kapitel har informationen om modellens uppbyggnad hämtats från själva kalkylmodellen, beskrivningen av beräkningarna från kalkylmodellens anvisningar och uppgifterna om kalkylmodellens användning från både modellen själv och anvisningarna.

2.3.1 Uppbyggnad

Kalkylmodellen är uppbyggd i tabellverktyget Microsoft Excel 2007. Modellen består av hjälpflikar, inmatningsflikar, beräkningsflikar, resultatflik och källinformationsflik. Beräkningsflikarna är låsta för att säkerställa kalkylmetodernas och parametrarnas tillförlitlighet.

Tabell 1: Tabell över den nya kalkylmodellens flikar och deras funktion.

Fliknamn (finska)	Fliknamn (svenska)	Funktion
<i>Yksiköitä</i>	Enheter	Här kan man omvandla enheter till rätt inmatningsform, ex. km ² till ha
<i>Ohje</i>	Anvisning	Här kan man fördjupa sig i kalkylmodellens uppbyggnad och användning. Anvisningar- fliken anger också information om växthusgasberäkningarna.
<i>Kuntavalinta</i>	Kommunval	Här väljs den kommun för vilken man beräknar utsläpp/bindning.
<i>Syöttö</i>	Inmatning	Denna flik är användarens centralaste verktyg. Här frågas efter de nödvändiga uppgifterna för beräkningen av växthusgaserna.
<i>Metsä</i>	Skog	Beräkningsflik, som innehåller skogsberäkningens kalkylmetoder och parametrar.
<i>Maatalousmaa</i>	Jordbruksmark	Beräkningsflik, som innehåller jordbruksmarksberäkningens kalkylmetoder och parametrar.
<i>Vesistöt</i>	Vattendrag	Beräkningsflik, som innehåller vattendragssberäkningens kalkylmetoder och parametrar.
<i>Suot</i>	Myrmarker	Beräkningsflik, som innehåller myrmarksberäkningens kalkylmetoder och parametrar. Myrmarksberäkningarna gäller enbart torvtäcker och odikade myrmarker.
<i>Bioenergia</i>	Bioenergi	Beräkningsflik för bioenergiberäkningens kalkylmetoder och parametrar.
<i>Tulokset</i>	Resultat	Här visas beräkningarnas resultat. Resultaten för skog och jordbruksmark är åtskilda från vattendrags- och myrmarksberäkningens resultat, för att möjliggöra jämförelse med resultaten från den nationella inventeringen. Resultaten har åskådliggjorts även i diagram.
<i>Lähdetietoja</i>	Källinformation	Här anges kalkylmodellens källmaterial.

I resultatdelen anges samtliga resultat i koldioxidton eller koldioxidekvivalenter, för att möjliggöra jämförelse av de olika närmiljöernas resultat.

2.3.2 Användning

Kalkylmodellen består av elva flikar, varav kommunvals-, inmatnings- och resultatfliken är de som användaren bör bekanta sig närmare med. De övriga flikarna kan användaren göra sig bekant med vid behov. Först anges i kommunvalsfliken den kommun man vill utföra växthusgasberäkningen för. Därefter övergår användaren till inmatningsfliken, där det anges vilka arealuppgifter som är nödvändiga för beräkningen. Vid inmatningen av arealuppgifter för ekosystemområden har kommentarer tillfogats som hjälp för användaren. I kommentaren kan ingå tilläggsförklaringar för hur uppgifterna bör inmatas, men också varifrån uppgifterna kan fås eller hämtas. Många uppgifter kan beställas gratis från olika forskningsenheter, vissa uppgifter kräver avgiftsbelagd beställning och de övriga går att hämta själv från publikationer och miljö- och geodatabaser. För bearbetningen av vissa uppgifter krävs GIS-kunnande och -verktyg. Utöver skogs-, jordbruksmarks-, vattendrags- och myrmarksarealer krävs även arealuppgifter för kommunens bebyggda markområde. De bebyggda markarealerna ingår inte i själva beräkningarna, men fungerar som jämförelsematerial i resultaten.

Beräkningarna har försökt göras så lätta som möjligt. Inmatningsuppgifterna har reducerats till minsta möjliga antal och medeltal införts i beräkningsflikarna. Medeltalen är givetvis inte absoluta och redan väderomständigheterna kan ändra kolbalansen från medeltalet. Felmarginaler förekommer av naturliga skäl, men även på grund av inventeringstidpunkten. I de flesta fall kan användaren mata in inventeringsuppgifter från vilket år som helst, men exempelvis i skogsberäkningen är den önskvärda utgångspunkten uppgifter från år 2007. Eftersom parametrarna och medeltalen i skogsberäkningen grundar sig på uppgifter från år 2007, kommer uppgifter från övriga år att ge större felmarginal.

I resultatdelen är skogs- och jordbruksresultaten åtskilda från vattendrags- och myrmarksresultaten för att underlätta jämförelsen av de tidigare nämnda med nationella inventeringsresultat. Resultaten åskådliggörs även färdigt i diagram. Ett

negativt resultat tyder på bindning, medan ett positivt resultat tyder på utsläpp av växthusgaser.

2.3.3 Beräkningarna

Skogsberäkningarna baserar sig på Metlas egna parametrar från nionde (härefter VMI9) och tionde riksskogstaxeringen (härefter VMI10) samt på den nationella växthusgasinventeringen (Statistics Finland 2013, s. 279-289). För beräkning av kolbalansen i skogens biomassa har kalkylmetoden tilläxt-avgång använts i modellen. Då beräknas trädbeståndets (fi. *puuston*) årliga tillväxt och förminskas med den årliga avgången, då kvarvarande biomassa anger den årliga kolförvaringen alternativt kolsänkan. Om avgången är större än tillväxten räknas skillnaden som direkt utsläpp. En annan kalkylmetod har även testats som alternativ till tillväxt-avgång metoden. Med lagerförändrings-metoden jämförs skogens kolförråd från två olika inventeringstillfällen (Statistics Finland 2008, s. 224). Skillnaden anger då kolförrådet som uppkommit mellan dessa tidsperioder. Då detta divideras med antalet år tidsperioderna emellan får man det årliga kolförrådet, såvida resultatet är negativt. Jordmånens utsläpp baserar sig på en egen kalkylmetod. Då jordmånens material bryts ned i markskiktet uppkommer olika stora växthusgasutsläpp beroende på jordmånstypen (figur 3). I modellen beräknas utsläppen skilt för mineral- och torvjord (organisk jord). Här bör noteras att jordmånens koldynamik fortfarande är ganska okänd idag. I skogsberäkningen ingår även beaktandet av skogens utsläpp av växthusgaser från kvävegödslingen inom skogsbruket.

I jordbruksmarksberäkningen beräknas kolbalansen utgående från områdets biomassa, jordmån och kalkning. Kalkylmetoderna har utformats utgående från växthusgasberäkningarna av Forskningscentralen för jordbruk och livsmedels-ekonomi. Biomassans lagerförändring beaktas enbart hos förvedavde växter och jordmånens bindning/utsläpp beräknas skilt åt torvjordar och mineraljordar. Här tillämpas även lagerförändringsmetoden genom att jämföra värden från två olika tidsperioder: 1997 och 2007. Genom att dela skillnaden med tio år får man den årliga skillnaden. I beräkningen beaktas även kalkningen genom att använda den nationella inventeringens parametrar och uppskattningar av använd gödselmängd utgående från kalkningsförbundets kalkningsrekommendationer.

Vid utformningen av vattendragsberäkningarna har Sykes sjöinformation använts tillsammans med publikationer. Vattendragsberäkningen är delad i tre delar: sjöar, åar och kuststränder. Sjöarnas bindning/utsläpp lär vara beroende av vattenytans storlek (Juutinen m.fl. 2009). Färdiga parametrar för olika arealgrupper har hämtats från forskningspublikationer och tillämpats i beräkningen. Kolet binds i sjörna, som i sin tur avger metan. Detta har beaktats i beräkningen genom att införa parametrar för diffusion, bubblande och vattenväxter från olika forskningsrön. För de strömmande vattendragens (åarnas) del användes i forskningen angivna parametrar för beräkningen. Enbart metanutsläppen från kustens vassbestånd har beaktats vid beräkningen av kustens växthusgaser.

Myrmarker i naturligt tillstånd ingår inte i den nationella växthusgasinventeringen och parametrarna har därmed hämtats från relaterad forskning. Parametrarna baseras på forskning där den årliga kolbindningen på odikade torvmarker har uppskattats. Vid beräkningen har man skilda parametrar för ombrotrofiska och minerotrofiska myrmarker. För torvtäkternas del finns färdiga parametrar som ingår i Metlas beräkningar för den nationella inventeringen.

3 Metoder

Testningen av skogsberäkningens olika kalkylmetoder begränsades till att framställa testresultat av metoderna för närmare analys hos samarbetspartnern Metla. Då skogsberäkningens tester var över beräknades alla testkommuners närmiljöers kolbalans för att testa hela kalkylmodellen och samtidigt komplettera den tidigare växthusgasinventeringen i Västnyland från 2009. Vid bedömningen av kalkylmodellens användarvänlighet bedömde två längre hunna miljöplanerarstuderande modellens användarvänlighet och för GIS-delen intervjuades kommunala tjänstemän från Hangö stad. Examinandens egna erfarenheter har kompletterat bedömningen av kalkylmodellen. Som hjälpmedel vid bearbetningen av inmatningens testuppgifterna användes enbart Microsoft Office Excel version 2007 och vanlig kalkylator.

Vid beräkningarna användes många gånger uppgifter från år 2007, då kommunerna Raseborg och dagens Lojo inte ännu fanns. År 2009 sammanslogs Karis, Ekenäs och Pojo till Raseborg och Sammatti slogs samman med Lojo till (stor)Lojo. Då uppgifter från 2007 har begärts har de gamla kommunindelningarna angetts vid förfrågan och vid bearbetningen av uppgifterna sammaslagits för att överensstämja med dagens kommunindelning. Eftersom resultaten i kalkylmodellens resultatdel omvandlar samtliga resultat till koldioxidton eller koldioxidekvivalenter talas härmed enbart om kolbalanser, inte skilt om utsläppsmängder av diverse växthusgaser.

Examensarbetets insamlingsdel pågick under en ca 10 veckors praktik, 1.8.2012-7.10.2012, vid Forsknings- och utvecklingsinstitutet Aronia i Ekenäs, Raseborg. Användartestet skedde under en september eftermiddag, 26.9.2012 kl. 15.30-18.20, i GIS-labbet på Yrkehögskolan Novia och intervjun i Hangö på Tekniska och miljöverket den 2.10.2012 kl. 9.15-10.15.

3.1 Testning av skogsberäkningens kalkylmetoder

Olika parametrar och kalkylmetoder fanns föreslagna av experterna gällande skogsberäkningen och testades inom ramen för examensarbetet. Skogsberäkningens kalkylmetoder bestod av två metoder varav ena utgår ifrån en tillväxt-avgång metod (Statistics Finland 2013, s. 279-289), medan den andra utgår ifrån en jämförelse av virkesvolymens lagerförändring mellan två tidsperioder (Statistics Finland 2008, s.

224). Kalkylmetoderna beskrivs i text som helhet, men beräkningsformlerna som använts som grund finns att tillgå i angivet källmaterial. För testerna utvaldes två testkommuner. Resultaten från skogsberäkningens kalkylmetoder och parametrar sammanställdes till arbetsrapporter och skickades till Metla för vidare analys.

3.1.1 Testning av tillväxt-avgång metoden i skogsberäkningen

Med tillväxt-avgångmetoden beräknas skogsbiomassans kolbalans utifrån skogens tillväxt- och avgångsuppgifter under ett år. Till avgång räknas avverkningen och den naturliga avgången (Rantala, S. 2008, s. 18). Metodens inmatningsuppgifter i kalkylmodellen har valts utgående från uppgifternas tillgänglighet. Tillsammans med forskarna i Metlas Växthusgasinventerings beräknings- och rapporterings- projekt har inmatningsuppgifterna (för vald kommun) utsetts till 1) skogstillgångarnas arealuppgifter och 2) de privatägda skogarnas marknadsavverkningsuppgifter. För skogstillgångarna krävs årets 2007 arealuppgifter från VMI10. Dessa finns lättillgängliga i riksskogstaxeringens arbetsrapporter (Tomppo, Katila, Mäkisara & Peräsaari 2012, bilagor) på internet. De nödvändiga uppgifterna finns i rapporten färdigt indelade enligt kalkylmodellens behov i olika skogsmarkstyper: skogsmark, tvinmark och impediment. 2007 årets uppgifter krävs även för de privatägda skogarnas marknadsavverkningsuppgifter (2007) och är också relativt lättillgängliga. Uppgifterna finns att få mot beställning från Metinfos Statistikservice. Uppgifterna kräver indelning enligt trädslagen: tall, gran och lövträd.

BEF kommer från orden *Biomass Expansion Factor* och används då trädbeståndets volym (m³) omvandlas till biomassa (t). Följande BEF-parametrar testades:

Vanha kasvu BEF (sv. gammal tillväxt BEF):

- Tillväxt: Parametrarna är skogscentralvisa och beräknade för olika trädslags årliga medeltillväxt på skogs- och tvinmark. Med hjälp av parametrarna får man räknat virkestillväxten på mineral- och torvjordar skilt i m³, som vanha kasvu BEF omvandlar till kolton (C t). Så här har BEF-parametrarna använts även i den nationella utsläppsberäkningen.
- Avgång: Med hjälp av skogscentralernas helhetsavgång och marknadsavverkningarnas förhållandeparametrar kan man ur enbart privatägda skogarnas avverkningsuppgifter få ut den kommunvisa helhetsavgången trädslagvis (tall, gran, lövträd). Med jordtypens parametrar indelas

helhetsavgången ännu mellan mineral- och torvjordar. Biomassan beräknas med hjälp av BEF-parametern och omvandlar biomassan till kolton.

Uusi kasvu BEF (sv. ny tillväxt BEF):

- Tillväxt: Nya BEF-parametrarna är räknade utifrån de nyaste VMI10 uppgifterna och är noggrannare än de tidigare använda. Här ingår egna parametrar för skogs- och tvinmark, mineral- och torvjord samt skogscentralvis. Dessutom ingår indelning av biomassan: AboveBEF för biomassan ovanför markytan, ex. stam, grenar och löv och BelowBEF för biomassan under markytan, dvs. rötterna. Med parametrarna omvandlas tillväxten till biomassa, varefter den omvandlas till kolton.
- Avgång: Samma som i *vanha kasvu BEF*

Uusi poistuma BEF (sv. ny avgång BEF):

- Tillväxt: Samma som i *uusi kasvu BEF*
- Avgång: Samma som *vanha kasvu BEF*, men egna BEF-parametrar för olika skogscentraler. Dessutom har egna BEF-parametrar tillsatts för avverkningen och den naturliga avgången trädslags- och marktypsvis. Egna parametrar har tillsatts även för biomassa ovanför markytan och under markytan. Angivna biomassa omvandlas till kolton.

Gemensamt för alla tre är att beräkningen grundar sig på förhållandet tillväxt-avgång (C t), som ännu påföljs av beräkning av jordmånens kolbalans. I jordmånsberäkningen beaktas olika jordtypers utsläpp från jordmånen (olika parametrar) på olika skogscentralers områden. Resultaten åskådliggörs i koldioxidton (CO₂ t):

- Virkesförrådets biomassas kolbalans
- Jordmånens kolbalans
- Växthusgaspåverkan sammanlagt

Eftersom testområdet Västnyland befinner sig på två olika skogscentralers områden och skilda parametrar gäller på områdena, valdes Raseborg (Kustens skogscentral) och Karislojo (Tavastland-Nylands skogscentral) som testkommuner. En variation i kommunarealerna var också önskvärd, vilket gäller för Raseborg och Karislojo.

De kommunvisa skogstillgångsuppgifterna var i rapporten färdigt indelade enligt behov och infördes lätt i Excel-tabell. Avverkningsuppgifterna från år 2007 efterfrågades från Metinfos Statistikservice, som kräver en ersättning på ca 100 € + moms för servicen. En veckas avgiftsfri provoperiod erbjöds dock för användning av nätservicen och möjliggjorde hämtandet av uppgifterna själv efter erhållna användarnamn och lösenord. På webbsidan framställdes de kommunvisa avverkningsuppgifterna (enligt

kommunindelningen före år 2009) indelade i stockvirke (fi. *tukkipuu*) och fibervirke (fi. *kuitupuu*) och vardera av dessa ännu i träslag (tall, gran, lövträd). Uppgifterna för Raseborg krävde sökning av Pojo, Karis och Ekenäs. Stockvirket och fibervirket summerades för att få indelningen enbart enligt trädslagen. För Raseborgs del summerades även avverkningsuppgifterna för Pojo, Karis och Ekenäs.

Sex stycken testberäkningar gjordes sammanlagt, för att testa de olika BEF-parametrarna i båda testkommunerna. För varje testparameter hade en skild Excel-fil framställts och duplicerats för att beräkna resultat för båda testkommunerna. Testkommuernas uppgifter inmatades i varsin testversion och namngavs efter testade BEF och kommun. Eftersom kalkylmodellen i testningsskedet krävde inmatningsuppgifterna i formen km² (senare ha) omvandlades rapportens ha-uppgifter till km².

3.1.2 Testning av lagerförändringsmetoden i skogsberäkningen

Att beräkna koldioxidbindning i skogen med hjälp av lagerförändringsmetoden (fi. *varastonmuutoslaskenta*) jämför skogens kolförråd under två olika tidpunkter. I kalkylmodellen jämfördes lagerförändringen genom att mata in trädbeståndets volymdata från VMI9 och VMI10. Skillnaden mellan nämnda riksskogstaxeringar är nio år. Med metoden omvandlas trädbeståndets volym till motsvarande kolmängd i biomassan. Metoden tar inte i beaktande jordmånens möjliga utsläpp. Två olika lagerförändringsmetoder testades; en som utgår från trädbeståndets helvolym och en annan som utgår från medelvolymen. Som testkommuner fungerade igen Raseborg och Karislojo. Nödvändiga kommunala inmatningsdata utgjordes av följande:

- Helvolymen i 1000m³ indelat i tall, gran, björk och andra lövträd
 - VMI9- och VMI10-uppgifter
- Medelvolymen i m³ indelat i tall, gran, björk och andra lövträd
 - VMI9- och VMI10-uppgifter

VMI9:s kommunvisa trädbeståndsvolymer fås från Metinfos rikstaxeringssidor, där önskade uppgifter kan anges som sökalternativ i webbsidans sökfunktion. VMI9-uppgifterna är från åren före vissa testkommuners sammanslagningar, så vid sökningen av VMI9-material användes de gamla kommunindelningarna före 2009. Efter överföring av uppgifterna i Excel, sammanslogs de uppdelade kommunernas uppgifter till nuvarande kommunindelning, ex. Pojo, Karis och Ekenäs sammanslogs till Rasborg.

Sökmetoden för VMI9-uppgifterna tillät sökning för flera kommuner på samma gång och angav uppgifterna direkt för alla kommuner samtidigt. Vid sökningen valdes trädbeståndets helhets- och medelvolym för samtliga testkommuner som sökgrund. Vid sökningen angavs både trädbeståndets helhets- och medelvolym samtidigt och därtill ännu uppgifterna i %. Vid överföringen av volymuppgifterna i Excel separerades helhets- och medelvolymen ifrån varandra och placerades i skilda tabeller. Efter att kolumner med överflödig information (%-tal) ännu avlägsnades stod informationen färdig att inmatas i kalkylmodellen.

VMI10s inmatningsuppgifter för Ekenäs, Karis, Pojo och Karislojo hämtades från Metlas arbetsrapport *"The Multi-source National Forest Inventory of Finland – methods and results 2007"* (Tomppo m.fl. 2012), bilagans tabell 6a *The mean volume of growing stock by tree species and roundwood assortment on forest and poorly productive forest land by forestry centres* och 6b. *The growing stock volume by tree species and roundwood assortment on forest land and poorly productive forest land by forestry centres*.

Överföringen av publikationens (pdf) VMI10- uppgifter i Microsoft Excel 2010 lyckades med Excels Text Import Wizard- verktyg. Därefter bearbetades informationen så att uppgifterna var indelade för Raseborg och Karislojo. Härefter kunde dessa direkt kopieras och klistras in i kalkylmodellens inmatningsflik. Inmatningsuppgifterna för Raseborg och Karislojo infördes i varsin kalkylmodell och angivna resultat framställdes i diagram.

3.2 Testning av kalkylmodellen

Kalkylmodellen testades genom att beräkna testområdet Västnylands närmiljöers kolbalanser. För detta krävdes informationssökning och bearbetning av de kommunala uppgifterna, för att sedan mata in dem i kalkylmodellen. Testresultaten skulle samtidigt fungera som kompletteringsresultat till Västnylands växthusgasinventering från år 2009 (Haaspuro & Fortelius 2010). De erhållna och bearbetade uppgifterna samlades i Excel-tabeller och listades kommunvis. Kalkylmodellen kopierades i åtta omgångar för ifyllning av varje testkommuns uppgifter. Testresultaten listades kommunvis för sammanslagning av kommunernas tidigare erhållna resultat. Vid testningen av kalkylmodellen som helhet användes tillväxt-avgång metodens *uusi poistuma BEF* i skogsberäkningen.

Den sannolika användaren av kalkylmodellen, kommunen, har tillgång till personal med GIS-kunnande på kommunens mätavdelning. Mätningsspersonalen har kommunens flesta lägesuppgifter redan färdigt nedladdade i egen databas, vilket underlättar informationssökningen. Inom ramen för examensarbetet gjordes GIS-sökningen av examinandena med stöd av Aronias egen GIS-personal. Arbetet utfördes i ArcMap, som är en delkomponent i ESRI:s ArcGis-program, version 10.1.

Enligt uppdragsgivarens tidigare uppgifter kunde torvtäkternas, de bebyggda markområdenas och de strömmande vattendragens arealer fås utifrån Corine Land Cover – databasens uppgifter (härefter Corine). Vid samtal med GIS-personalen medgavs att Corine endast framställer material för 25m x 25m och större figurer i terrängen och därmed faller en stor del strömmande vattendrag bort ur materialet. Ett snabbtest visade att Corine material påvisar endast ett strömmande vattendrag på projektets testområde, varav många andra viktiga vattendrag skulle falla/bli utanför utsläppsberäkningen. Därtill noterades att även torvtäktsuppgifterna skulle utebli, om endast Corines uppgifter skulle användas. Enligt Corines materialbeskrivning (metadata) finns torvtäkterna framställda som en skild klass, men kan inte tekniskt hämtas ur materialet. De bebyggda markområdena (kod: 1) finns representerade i tabellen och arealerna kunde enkelt beräknas i ArcMap.

GIS-personalen föreslog dock att de saknade arealuppgifterna kunde skaffas med hjälp av en annan avgiftsfri lägesdatabas, dvs. Lantmäteriverkets terrängdatabas. En snabb titt i dess metadata visade att det fanns uppgifter om både torvtäkter och strömmande vattendrag i sådan form att dess arealer kunde beräknas i ArcMap. Terrängdatabasen finns allmänt tillgänglig på webben och innehåller lägesinformation om Finlands terräng, dvs. om byggnader, administrativa gränser, markanvändning, höjdskillnader och vatten. Materialet kan laddas ner med lantmäteriverkets filnedladdningstjänst.

Ett GIS-program krävs för bearbetande av uppgifterna. Vissa uppgifter uppdateras kontinuerligt, andra årligen och med 5-10 års mellanrum (Lantmäteriverket u.å.). Terrängdatabasens lägesdata tillåter noggrannare betraktande av torvtäkter och strömmande vatten.

Inom ramen för examensarbetet ville man enbart ha data som tillhör teskommunerna, men informationen från ex. terrängdatabasen fås endast kartbladvis. Kartbladen täcker hela Finland och varje kartblad innehåller all terrängdata för det område den

representerar. Kartbladen är fyrkantiga till formen och tar därmed inte i beaktande de kommunala gränserna. På lantmäteriverkets nedladdningssida, kunde kartbladen problemfritt väljas visuellt, då de var framställda på Finlands karta och direkt kunde markeras för nedladdning. Eftersom bakgrundskartan innehöll kommungränserna valdes alla de kartblad som helt täckte testkommunerna. Allt som allt nedladdades över 50 st kartblad. De nedladdade kartbladsfilerna innehåller en mängd olika skiktfiler, varav endast de nödvändiga plockades ut med GIS-personalens hjälp. De nedladdade filerna var komprimerade och hanterades med det avgiftsfria komprimeringsprogrammet 7-zip. De utplockade skiktfilerna (härefter skikt) bestod av:

- MP-skiktet (polygoner) som innehåller information om bland annat torvtäcker (kod: 32113) och strömmande vattendrag (kod: 36313), som förekommer på kartbladets område.
- MV-skiktet (linjer) som innehåller data om strömmande vatten på kartbladets område. Skikten plockades med för säkerhets skull, för att kunna jämföra strömmande vattendrag 1) oklassificerade (kod: 36300), 2) < 2m breda (kod: 36311) och 3) 2 – 5 m breda (kod: 36312) med MP-skiktets strömmande vattendrag.

Från varje kartbladsfil plockades dessa två skikt, vilka för samtliga kartblads andel utgjorde över 100 st skikt. MP- och MV-skikten bearbetades i ArcMap åtskilt, så att programmet skulle kunna fungera snabbare med halverad skiktmängd. Vid insamlingen och bearbetningen av data noterades diverse kommunsammanslagningar.

3.2.1 Kommungränser och bebyggda markområden

För att kunna avläsa kommunvisa arealuppgifter ur GIS-programmet, krävs kommungränser för att skilja åt kommunernas information. Kommungränserna laddades ned i samband med terrängdatabasens data från Lantmäteriverkets nedladdningstjänst. Bebyggda markområdets kommunvisa arealuppgifter hämtades från Corines år 2006 lägesdatamaterial.

För kalkylmodellen krävs arealuppgifterna för varsin testkommuns bebyggda markområden. Vid utredningen av testkommunernas bebyggda markareal användes Corines nyaste markanvändningsuppgifterna från år 2006. Corine är tillgängligt efter en avgiftsfri registrering på miljö- och lägesdatatjänsten Oiva (härefter Oiva). Tjänsten erbjuder sådan data som finns sparad i miljöförvaltningens informationssystem och som velats göra lättare tillgängligt för allmänheten (Oiva - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu

asiantuntijoille u.ä.). Corine innehåller geografisk information om markanvändningen och marktäcket i Finland under åren 2000 och 2006 (Suomen ympäristökeskus 2011a). För att kunna granska de geografiska uppgifterna, krävs tillgång till ett geografiskt informationssystem (GIS) samt insikt i dess användning.

Vid införandet av Corine- uppgifterna i ArcMap ritades Finlands territoriala områden upp i det tomma dokumentet. Alla markanvändningsuppgifter var packade i samma skikt, dvs. hela Finland täcktes av flere figurer, dvs. konturer för en viss markanvändningsklass (ex. vatten- och åkerområde). Dessa kunde inte i detta skede skiljas åt, eftersom samtliga figurer presenterades i samma färgläggning. För betraktandet av specifika figurklasser (markanvändningsklasser), markerades de skilt och kopierades i ett eget skikt med egen definierad färgläggning, ex. blått för vatten och grått för bebyggda markområden. Corines uppgifter tillåter markering av följande markanvändningsklasser:

- Bebyggda markområden
- Jordbruksområden
- Skogsområden
- Våtmarker och öppna myrmarker
- Vattenområden

Klasserna är därtill delade i underklasser, för att möjliggöra noggrannare granskning av markanvändningen. Bland annat är bebyggda markområden (kod: 1) delat i underklasser så som: tätt bebyggda bostadsområden, industriområden, hamnområden, flygplatser, avstjälningsplatser, golfbanor etc. Allt som allt finns det för varje huvudklass tre olika underklasser, vilka betecknas med två-, tre- och fyrasiffriga koder. Exempelvis går underklassen avstjälningsplatser under beteckningen 1.3.2.0. Såvida dessa finns representerade i skiktets attributtabell, går de att separera i ett skilt skikt för närmare granskning. Det noterades i attributtabellen att enbart huvudklassen och de två första underklasserna finns representerade och därmed utesluter det en närmare betraktelse av den tredje underklassen, där även torvtäkterna (kod: 4.1.2.2) ingick.

För att försnabba arbetet klipptes testkommunernas gemensamma kommungränser ut ur Finlands resterande kommungränser. Testkommunernas kommungränser applicerades på bakgrundskartan (över hela Finland) och kommungränserna fungerade sedan som gränser för klippning av bakgrundskartan till att innehålla enbart testområdet. Nu hade man markanvändningsuppgifter för enbart testområdet

Västnyland. På kartan markerades sedan ut de bebyggda markområdena (kod: 1) och särskiljdes från det övriga markanvändningsmaterialet. Efter ännu en klippning av kommunerna, med hjälp av kommunernas egna gränser, kunde man i attributtabellen beräkna arealen för de bebyggda markområdena inom valda kommun. Uppgifterna omvandlades i rätt enhet och infördes i skild Excel-tabell.

3.2.2 Myrmarker i naturligt tillstånd och torvtäcker

Arealuppgifterna för Västnylands torvtäcker kunde inte hämtas från CORINE materialet, då CORINE enbart framställer områden av över 25 x 25 m (år 2006 material). Torvtäckers arealdata efterfrågades även hos Geologiska forskningscentralen (GTK). GTK utgör den nationella informationstjänsten i den geologiska branschen och är underställd arbets- och näringsministeriet. GTK har producerat uppgifter om bl.a. energiformer som geoenergi och torv, varav det sistnämnda studerades inom ramen för examensarbetet (Geologiska forskningscentralen u.å.). Efter e-postväxling noterades dock att GTK:s torvtäcksdata begränsar sig till regionala publikationer, som endast täcker en del av testområdet. Vid närmare granskning av rapporterna märktes att dessa inte innehåller de nödvändiga arealuppgifterna. Torvtäcksuppgifterna hämtades slutligen från terrängdatabasens MP-skikt, som innehöll polygonuppgifter om torvtäcker (kod: 32113).

ArcMap startades och som bakgrundskarta valdes CORINE:s markanvändningskarta över testkommunerna som bestod av två förenklade skikt; ett för kommunernas vattenområden (blå färgläggning) och ett annat för deras markområden (grön färgläggning). Därtill applicerades de redan bearbetade testkommunernas kommungränser på kartan.

Kartbladens MP-skikt fick plockas in i programmet i fyra olika omgångar pga. materialets storlek. För varje gång fördes omgångens skikt samman till en större helhet och resulterade i fyra större MP-skikt. Eftersom sammanslagningen redan i detta skede fungerade långsamt, avskiljdes torvtäktspolygonerna ur MP-skikten med ArcMaps klippverktyg (*clip*). Dessa fyra torvmarksskikt fördes samman till en enda stor helhet och kunde sedan skådas som helhet mot bakgrundskartan med kommungränserna. Nu kunde torvtäktsskiktet delas in kommunvis, med hjälp av kommunernas gränser, och vardera testkommunens torvtäcksareal kunde beräknas i egen attributtabell, tack vare

torvtäckernas polygonala form. ArcMap kan räkna ut arealer och ange svaret i vald enhet, så länge data finns i polygonal form. För exempelvis lägesdata i linjer, är denna funktion inte möjlig.

För de odikade myrmarkernas del gjordes en beställning till Metinfo för framställning av myrmarkernas arealdata i testkommunerna. Eftersom Metinfo, mot förmodan, inte har färdiga sammanställda kommunvisa uppgifter om odikade myrmarker begärdes en ersättning (300 € + moms) för arbetet. Tills vidare kommer myrmarksinformationen från Metla att kvarstå som en tilläggskostnad för användaren av kalkylmodellen.

För utredningen av myrmarkernas kolbalans kräver kalkylmodellen testkommunens gemensamma myrmarksareal och, om möjligt, en indelning av myrmarkerna enligt deras näringstillförsel: minerotrof eller oligotrof. Arealuppgifterna beställdes mot ersättning från Metla, men innehåller inte information om myrmarkernas näringstillförsel. I södra Finland kan de flesta torvmarker antas vara oligotrofa (Kaakinen m.fl. 2008, s. 188) och antagandet har utnyttjats inom ramen för denna testberäkning. Beställningen innehöll utöver arealuppgifterna för odikade myrmarker även andra arealuppgifter.

Tabell 2: Beställningens angivna uppgifter (rubriker) för myrmarkerna i testkommunerna. De numeriska uppgifterna för "*ojittamaton*" användes vid myrmarksberäkningen.

<i>Kunta</i>
<i>koodi</i>
<i>Maaluokka*</i>
<i>ojittamaton kangas</i>
<i>ojitettu kangas</i>
<i>ojittamaton suo</i>
<i>ojikko</i>
<i>muuttuma</i>
<i>turvekangas</i>
<i>yhteensä</i>

Källa: Tuominen, personlig kommunikation, september 2012

För myrmarkernas kolbalansräkning behövs enbart arealuppgifterna för odikade myrmarker, dvs. arealuppgifterna listade under "*ojittamaton*" (sv. odikat). Dessa uppgifter fördes i egen sorterad Excel-tabell.

3.2.3 Sjöar, strömmande vatten och vassbestånd vid kusten

Genom registrering på Oiva får man även tillgång till Sjöregistret, som ingår i förvaltningssystemet för miljöinformation, Hertta. Information om sjöar i valda kommuner kan betraktas både på karta och i tabell i Hertta. I registret finns alla Finlands sjöar som uppgår till över 1 ha. Information finns bl.a. om sjöarnas areal, strandlinjens längd och i vilken kommun sjöarna är belägna. Det ursprungliga sjöregistret härstammar från 1980-talet, men bl.a. arealinformationen har uppdaterats år 1999 (Järvirekisteri u.å.).

Sjöarnas arealuppgifter, dvs. vattenytans areal, hämtades från Hertta. Efter registrering och inloggning på Oiva-databasen, kunde sjöarna för varje testkommun sökas upp och sökresultatet överföras i Excel. Kartfunktionen var inte nödvändig och resultaten valdes att listas. Vid sökningen kunde de nya kommunerna (efter 2009 sammanslagningarna) användas.

Kalkylmodellen kräver indelning av sjöarealuppgifterna i följande fem storleksklasser:

- Mindre än 10 ha
- 10 – 100 ha
- 100 – 999 ha
- 1000 – 9999 ha
- Större eller lika med 10 000 ha

För varje klass summeras till klassen tillhörande sjöars areal ihop och införs sedan i kalkylmodellen i enheten hektar. Arealdata i sjöregistret är färdigt angivna i hektar, så en enhetsomvandling var inte nödvändig. Sökfunktionen i Hertta tillät sökning av sjöarna för flera kommuner samtidigt, varav alla valda kommuners sjödata presenterades i tabellformat. Vid närmare granskning noterades dock, att kommunerna då visas blandade om varandra och en hel kommuns sjödata då inte går att överföra i Excel med en enda markering. I stället valdes att söka sjödata för varje kommun skilt och efter varje sökning överföra resultatet i skilda Excel-flikar (kommunvis). Exceltabellen indelades innan överföringen i tio flikar, varav de två första lämnades för sortering och resultaträkning och de åtta övriga för införande av Sjöregistrets direkta kommunvisa sjöuppgifter.

I resultatet angavs utöver arealuppgifterna även övriga sjöuppgifter, som gick att sälla bort i Excel, genom att endast markera kolumnen med arealuppgifterna och överföra

dem till den för kommunerna gemensamma sorteringsfliken. Här placerades samtliga testkommuners arealuppgifter i egna kolumner och sorterades i storleksordning an efter överföringen. Då de numeriska arealuppgifterna var i sorterade, summerades de olika storleksklasserna var för sig ihop för samtliga kommuner. Resultaten presenterades i resultatfliken på det sätt att de direkt kan överföras i kalkylmodellen.

Aronias projekt ämnade med hjälp av CORINE skaffa sig de nödvändiga arealuppgifterna om testkommunernas strömmande vatten och dess bredduppgifter, men det upptäcktes att bl.a. de strömmande vattendragens uppgifter inte kunde hämtas via CORINE. I stället hämtades de strömmande vattendragen från Lantmäteriverkets terrängdatabas.

Utifrån det redan bearbetade MP-skiktet över Västnyland plockades istället för torvtäkter ut uppgifter om de strömmande vattendragen:

- MP-skiktet, som innehåller polygoninformation om bland annat strömmande vattendrag (kod: 36313)

Terrängdatabasens material listade även uppgifter om mindre strömmande vattendrag. För att kunna jämföra dessa med vattendragspolygonerna från MP-skiktet plockades även dessa uppgifter ut:

- MV-skiktet, som innehåller linjedata om strömmande vatten:
 - 1) oklassificerade (kod: 36300),
 - 2) < 2m breda (kod: 36311) och
 - 3) 2-5m breda (kod: 36312)

MV-skiktet bearbetades på samma vis som MP-skiktet. Skillnaden var att alla tre koder för strömmande vattendrag plockades ut (tidigare enbart en kod). För beräkningen av utsläpp från strömmande vatten behöver kalkylmodellen de strömmande vattendragens arealuppgifter indelade enligt bredd:

- Mindre än 5 m
- 5 – 9 m
- 10 – 29 m
- Större eller lika med 30 m

I MP-skiktet fanns terrängdata om strömmande vattendrag (kod: 36313 och kod: 36313) och avskiljdes från samtliga kartblads MP-skikt. Vid sammanslagningen av kartbladens MP-skikt, observerades det finnas 240 st strömmande vattendrag i

materialet. Eftersom tanken varit att mäta bredden på vattendragen manuellt med ArcMaps mätverktyg, verkade metoden alltför opraktisk och komplicerad för en enkel informationssökning.

Efter diskussioner med GIS-personalen och uppdragsgivaren, bestämdes att linjerna i MV-skikten ännu skulle bearbetas i ArcMap, för att kontrollera om vattendragslinjerna och -polygonerna överlappar varandra. Uppdragsgivaren begränsade sökningen till att endast gälla de strömmande vattendragen med medelbredden två meter och större (kod: 36313 och kod: 36312). Samma metod i ArcMap användes för bearbetningen av MV-skikten, som av MP-skikten. Då MV-materialets vattendragsskikt (linjerna) var klart jämfördes det med MP-materialets vattendragsskikt (polygonerna).

Vid bearbetningen av MV-skiktets strömmande vatten, över 2 m i bredd (kod: 36312) visade det sig att dessa strömmande vatten inte överlappar MP-skiktets vattendragspolygoner (kod: 36313), utan att de tillsammans utgör olika delar av ett större vattendrag (beroende på bredd). Vattendragspolygonerna ansågs därmed utgöra de vattendrag i området (ej sjöar, egen kod i materialet) som i bredd är större än 5 m, som var högsta breddgränsen för linjevattendragen.

Innan hämtandet av nödvändiga uppgifter från attributtabellerna klipptes varje kommun ut ur materialet med hjälp av Lantmäteriverkets kommungränser och ArcMaps klippverktyg. På så vis fick man attributtabellen att gälla enbart strömmande vatten på den valda kommunens område. Vattendragens attributtabeller angav inga uppgifter om vattendragens bredder. Bredduppgiften ingår dock som en ansenlig del av kolbalansberäkningen och är nödvändig för kalkylmodellen. Bredduppgifterna kom att uppskattas med olika metoder för beräkningen:

Vattendragslinjernas (kod: 36312) bredduppgifter angavs vara mellan 2 m och 5 m. Här valdes att för varje vattendrag använda bredden 3,5 m, dvs. medeltalet av 2 och 5. Vattendragspolygonernas (kod: 36313) bredder uppskattades genom att dividera vattendragspolygonens areal med dess längd ($\text{areal}/\text{längd}=\text{bredd}$). Eftersom längden för polygonerna inte var angiven i attributtabellen, uppskattades även den. Längden uppskattades genom att dividera vattenpolygonens omkrets, anges i attributtabellen, med två ($\text{omkrets}/2=\text{längd}$).

Vattenpolygonernas areal kan enkelt beräknas i attributtabellen i ArcMap, om inte arealen färdigt anges i tabellen. För vattendragslinjerna var arealuppskattningen en

annan. Eftersom linjer inte har en yta för vilken arealen kan beräknas måste en sådan framställas på konstgjord väg i GIS-programmet. I ArcMap användes buffringsverktyget (*buffer*). En bufferzon för linjerna definierades till 1,75 på varsin sida om linjen för att tillsammans utgöra ett område med bredden 3,5 ovanpå vattendragslinjen. Bufferzonens yta kunde därmed beräknas i bufferzonens attributtabell, likt vattenpolygonernas areal. Bredduppskattningen för vattendragspolygonerna blev i vissa fall under 5m. Dessa vattendrags arealuppgifter sammanslogs i slutändan med vattendraglinjernas (bredd 3,5 m) arealuppgifter.

En annan möjlighet till vattendragspolygonernas bredduppskattning testades i samband med GIS-arbetet. Bredderna kunde även uppskattas med hjälp av att manuellt mäta bredden för polygonerna på fyra olika ställen och medeltalet av dem utgöra vattendragets medelbredd. Vattenpolygonerna uppgick som mest till 72 st i testkommunerna (Nummi-Pusula), och för testet valdes två testområden där vattendragspolygonerna uppgick till ca 30 st. Som testområden fungerade kommunerna Lojo och Sjundeå med 30 respektive 36 vattendragspolygoner. Den använda primära bredduppskattningsmetoden valdes i samråd med uppdragsgivaren till den av arean och längden beräknade metoden.

Gällande vassbestånden kräver kalkylmodellen enbart arealuppgifter angivna i enheten hektar. Kustområdenas vassbeståndsuppgifter hämtades från Pitkänen T., 2006 (bilaga 1) där arealuppgifterna var färdigt angivna i hektar. Uppgifterna sammanställs i egen tabell i Excel (Pitkänen 2006, s. 63).

3.2.4 Skog

Metla sammanställer forskningsinformation om aktuella skogsrelaterade frågor i Metinfo. I Metinfo framställs bland annat uppgifter från Finlands åttonde, nionde, tionde och elfte riksskogstaxering. Riksskogstaxeringen framställer information om Finlands skogstillgångar och fördelar informationen enligt skogscentral, landskap och kommuner. Därtill erbjuder Metinfo statistiskt skogsdata, skogsägartjänster, information om skogsvård, räkneprogram etc. Information finns allmänt tillgängligt, men en del av tjänsterna är avgiftsbelagda.

Största delen av de nödvändiga data som behövs för skogsberäkningen finns att hitta bland riksskogstaxeringsdata. Uppgifterna om VMI9:s (1996-2003) skogsarealer,

trädbeståndens helhets- och medelvolym finns sammanställda bortom en enkel sökfunktion, där användaren kan välja mellan olika sökalternativ och därefter skåda uppgifterna och vid behov föra över dem i en Excel-tabell.

VMI10 (2004-2008) uppgifterna fås av Metinfos personal mot beställning, per telefon eller e-post. För att undvika beställningsförfarandet och där tillkommande kostnader kan VMI10 uppgifterna också plockas direkt från riksskogstaxeringens arbetsrapporter "*The Multi-source National Forest Inventory of Finland – methods and results 2007*" (Tomppo m.fl. 2012). Rapporten finns allmänt tillgänglig på Metlas hemsidor bland publicerade arbetsrapporter. I rapportens bilaga hittades all nödvändiga information i tabeller (Tomppo m.fl. 2012, s. 45-47, 162-164, 168-170).

De privatägda skogarnas marknadsavverkning fås från Metinfos statistiktjänst, som innehåller statistiska uppgifter om skogssektorns verksamhet i Finland. Uppgifterna ingår även i Finlands officiella statistik. Statistiska uppgifter finns bland annat om virkeshandel, virkesanvändning, skogsvård och avverkning, men kräver att användaren har en användarlicens. Licensen berättigar dock inte till de kommunvisa avverkningsuppgifterna, men går att förhandla skilt om med tjänstens upprätthållare.

Eftersom det valdes att använda *tillväxt-avgång* metoden i skogsberäkningen behövdes uppgifter om kommunernas skogstillgångar från den tionde riksskogstaxeringen. Uppgifterna hämtades från Metlas arbetsrapport *The Multi-source National Forest Inventory of Finland – methods and results 2007*, bilagans 1a *Area and proportion of land classes on forestry land by forestry centres* (Tomppo m.fl. 2012, s. 45-50).

De kommunvisa privatägda skogarnas marknadsavverkningsuppgifter gick att få från Metinfos Statistiktjänst. Uppgifterna var indelade i stockvirke och fibervirke och vardera av dessa ännu i träslagen: tall, gran och lövträd. Genom summering av stock- och fibervirke fick man den sammanlagda indelningen av avverkningsuppgifterna enligt trädslag. Summeringen gjordes i Excel.

3.2.5 Jordbruksmarker

De nödvändiga uppgifterna hämtades genom e-postväxling med personalen på Jord- och skogsbruksministeriets informationstjänstcentral. Jordbruksberäkningen är indelad i tre huvuddelar: jordmån, biomassa och skyddszoner. Kalkylmodellen kräver följande

kommunala inmatningsuppgifter för att kunna beräkna växthusgasers utsläpp och bindning:

Jordmån (både för 1997 och 2007)

- Den sammanlagda jordbruksmarken i användning, ha
- Konventionellt odlad mark, ha
- Vallåker, ha
- Ettåriga spannmål, ha
- Träda, ha
- Ekologiskt odlad mark, ha

Biomassa (2007)

- Mark i odling för äppelträd och vinbärsbuskar, ha

Skyddszoner (2007)

- Skyddszoner, ha

Tike hade inte uppgifter sparade i samma indelning som ovan, men kunde skicka en Excel-tabell med följande uppgifter för jordmånens vidare bearbetning:

Tabell 3: Obearbetad lista från Tike med jordbruksmarkuppgifter.

<i>VUOSI</i>
<i>API_ALUETYYPPIKOODI</i>
<i>Aluetyypinimi</i>
<i>ALUE_ALUE</i>
<i>Aluenimi</i>
<i>Source</i>
<i>199_Viljakasvit</i>
<i>111_Syysvehnä</i>
<i>112_Kevätvehnä</i>
<i>121_Syysruis</i>
<i>122_Rehuohra</i>
<i>123_Mallasohra</i>
<i>141_Kaura</i>
<i>151_Seosvilja</i>
<i>161_Muut viljat</i>
<i>299_Nurmet alle 5 vuotta</i>
<i>210_Laidun</i>
<i>220_Siemenheinä</i>
<i>230_Muut nurmet alle 5 vuotta</i>
<i>359_Muut viljelykasvit</i>
<i>319_Peruna</i>

321_Sokerijuurikas
331_Herne
332_Härkäpapu
333_Rypsi
334_Rapsi
335_Ölly- ja kuitupellava
338_Vihantavilja
340_Puutarhakasvit
351_Muut kasvit
399_Viljelty ala yhteensä
459_Kesantoala
421_Kesanto
499_Viljelty ala ja kesanto yhte
559_Muu käytössä oleva maatalous
513_Nurmet vähintään 5 vuotta (yhteensä)
521_Monivuotiset puutarhakasvit
599_Käytössä oleva maatalousmaa

Källa: Mikkola, personlig kommunikation, september 2012

Uppgifterna bearbetades med hjälp av Tikes publikation "Utnyttjad jordbruksareal år 2007" (Tike 2007). Med hjälp av publikationen kunde de av Tike givna uppgifter delas in i huvud- och underrubriker och därmed lämna bort överflödiga information. Många uppgifter var markerade med -99999999, vilket stod för en för liten mängd för att få skrivas ut, pga. jordbrukarens rättigheter till sekretess. Då antalet jordbrukare i vissa kommuner var så liten, kunde exakta uppgifter inte anges för odlingsarealen ex. av en viss gröda. I jordmånsberäkningen utgjorde detta dock inget hinder, då det i den slutliga beräkningen enbart krävs större sammanlagda uppgifter, där den exakta mängden hade angetts. Jordmånsberäkningens olika delar namngavs med 1-4 för att lättare markera vilka uppgifter som skall matas i vilken del (tabell 4). Av Tikes uppgifter bearbetades sedan fram en tabell (tabell 5) vars uppgifter markerades med de id, som angivits i tabell 4.

Tabell 4: Första delen av jordbruksberäkningens inmatningsfält. Numrerade för att underlätta bearbetningen av Tikes uppgifter (tabell 3).

1	Den sammanlagda jordbruksmarken i användning, ha
2	Konventionellt odlad mark, ha
2a	Vallåker, ha
2b	Ettåriga spannmål, ha
3	Träda, ha
4	Ekologiskt odlad mark, ha

Tabell 5: Bearbetad lista av Tike jordbruksmaterial (tabell 3). ID-numreringen användes för att identifiera i vilket inmatningsfält i jordbruksberäkningen (tabell 4) uppgifterna skulle ingå.

ID	Odlingsväxt	Kod
2b	Sädesväxter	199
	<i>Höstvete</i>	111
	<i>Vårvete</i>	112
	<i>Höstråg</i>	121
	<i>Foderkorn</i>	122
	<i>Malkorn</i>	123
	<i>Havre</i>	141
	<i>Blandsäd</i>	151
	<i>Andra spannmål</i>	161
2a	Vall under 5 år	299
	<i>Bete</i>	210
	<i>Fröodling</i>	220
	<i>Övrig vall under 5 år</i>	230
2b	Övriga odlingsväxter	359
	<i>Potatis*</i>	319
	<i>Sockerbeta</i>	321
	<i>Ärter</i>	331
	<i>Bondböna</i>	332
	<i>Rybs</i>	333
	<i>Raps</i>	334
	<i>Olje- och fiberlin</i>	335
	<i>Grönfodersäd</i>	338
	<i>Trädgårdsväxter</i>	340
	<i>Andra växter</i>	351
	Odlad areal sammanlagt	399
3	Träda	421
	Odlad areal och träda	499
2a	Övrig utnyttjad jordbruksareal	559
	<i>Vall minst 5 år</i>	513
	<i>Fleråriga trädgårdsväxter</i>	521
2	Jordbruksmark i användning	599

Den sammanlagda jordbruksmarken i användning (1) beräknades till sist genom att summera konventionellt odlad jord (2) med ekologiskt odlad jord (4). Eftersom uppgifterna för ekologiskt odlad jord inte ingick i de uppgifter Tike givit och inte kunde fås i efterhand, pga. personalens permittering, fick den konventionellt brukade jorden

stå för den sammanlagda jordbruksmarken i användning. Den ekologiska åkerarealen kom helt att lämnas utanför de kommunvisa beräkningarna. De av Tike givna uppgifterna stod färdigt i rätt enhet (ha) och behövde inte skilt omvandlas för beräkningen.

För beräkningen av biomassa skickade Tike år 2007 kommunala uppgifter om äppelträd och vinbärsbuskar (tabell 6). Deras arealer var givna i ar och omvandlades till hektar för inmatningen.

Tabell 6: Tikes uppgifter (rubrikerna) för äppelträds- och vinbärsbuskars odlingsarealer

KUNTA
TILOJA
SATOIK_ALA
SATOATUOTTAMATON_ALA

Källa: Mikkola, personlig kommunikation, september 2012

Skillnaden mellan *SATOIK_ALA* och *SATOATUOTTAMATON_ALA* förblev oklar, men i samförståelse med uppdragsgivaren summerades dessa för inmatningen. Enbart Lojo, Karislojo och Ekenäs (Raseborg) hade tillräckligt stora arealer odling för att kunna anges.

De kommunvisa skyddszonerna från år 2007 gavs med indelningen av olika kontrakttyp från Maaseutuelinkeinohallinnon tietojärjestelmä (Mavi). Skyddszoner fanns på kontrakt för 5, 10 eller 20 år och slogs ihop för skyddszonsberäkningen. De givna skyddszonerna berörde alla testkommuner förutom Hangö, som endera inte har några skyddszoner alls, eller kunde pga. sekretessyddet inte anges.

3.3 Bedömning av kalkylmodellens användarvänlighet

Vid bedömningen av kalkylmodellens användarvänlighet har följande frågeställningar konkretiserats:

- Är det lätt att förstå kalkylmodellens uppbyggnad och funktion?
- Är det lätt att få tag på nödvändiga inmatningsdata?
- Är det lätt att bearbeta inmatningsdata i rätt form?
- Är det lätt att tolka resultaten?

Som fokus har valts att utreda kalkylmodellens svårighetsgrad genom att bedöma den utifrån en användare som på en medelnivå kan använda Excel och GIS. Personen

behöver nödvändigtvis inte känna till någon teori alls om kolcykler eller beräkningar av kolbalanser.

Två längre hunna miljöplanerarstuderande vid Yrkeshögskolan Novia testades för användningen av kalkylmodellen. Novias miljöplanerarstudieinriktning förbereder bl.a. sina studerande för ett arbete som kommunala miljötjänstemän (referens, Novia hemsida). Båda har svenska som modersmål, men bedömde sina kunskaper i finska motsvara 7 och 7 på en skala från 0-10. Det bestämdes att övervakaren av användartestet (examinanden) vid behov kan fungera som översättningshjälp vid testtillfället, eftersom kalkylmodellens språk och grammatik inte ingår i bedömningskriterierna för modellens användarvänlighet. I testpersonernas version av kalkylmodellen hade viss översättning gjorts i inmatningsfliken för inmatningsuppgifternas del. De tillhörande kommentarerna hade dock inte översatts. Novias miljöplanerarstuderande innehar även baskunskaper i GIS, men GIS-delen utelämnades från testet och beslöts att utredas genom intervju med kommunens GIS-personal. Kalkylmodellen som testades innehöll skogsberäkningens *tillväxt-avgång* metod enligt *uusi poistuma BEF* parametrar och *lagerförändringens* helvolymberäkning. Som testkommun vid testet fungerade Lojo kommun som den var innan sammanslagningen med Sammatti år 2009.

Eftersom ArcMap inte heller är det allmänna kommunala GIS-verktyget intervjuades Hangö stads planläggning- och markanvändningsavdelningens förrättningsingenjör för att utreda om samma GIS-metoder går att tillämpa hos dem. Dessutom intervjuades stadens miljöskyddschef för att utreda den möjliga arbetsfördelningen vid kommunala växthusgaskarteringar.

3.3.1 Användartest och intervju med miljöplanerarstuderande

Användartestet skedde under ca tre timmars tid i ett ADB-klassrum på yrkeshögskolan. Testpersonerna hade tillgång till Microsoft Office 2007 samt egen kalkylator.

Under tillfället testades inte hämtandet av diverse arealuppgifter genom GIS-metoder. Arealuppgifterna för strömmande vatten, torvtäkter och bebyggda markområden gavs testpersonerna därför osorterade i skilda Excel-tabeller. Även de uppskattade bredduppgifterna för strömmande vatten gavs intill vattendragens osorterade arealuppgifter. De beställda myrmarkernas arealuppgifter gavs även på förhand, i den

form de fått från Metla. Även de för skogsberäkningen nödvändiga marknadsavverkningsuppgifterna och jordbruksberäkningens osorterade uppgifter gavs på förhand, eftersom tillgång till dessa kräver kontakt med Metla och Tike på förhand. Publikationen (Maataloustilastot, 2007) gavs som hjälp till tolkningen av jordbruksuppgifterna. Delen för ekologiskt odlad åkermark hade raderats från testmodellen. Efter testet intervjuades testpersonerna kort och bads bedöma svårighetsgraden hos kalkylmodellens olika delar. Examinanden gick även igenom testpersonernas resultat och inmatningar i kalkylmodellen för att komplettera bedömningen.

Kalkylmodellen skickades till testpersonerna (i Excel-fil) dagen innan användartestet tog vid. Tanken var att ge dem en chans att bekanta sig på egen hand med modellens anvisningar, vilket rekommenderas för användaren. Vid testets början beskrevs kalkylmodellen dock kort, utgående från vad som finns skrivet i anvisningarna: om kalkylmodellen berättades kort att den beräknar kolbalanser för närmiljöer i kommunerna och vilken skillnaden är mellan kolsänkor och kolkällor. Om kalkylmodellens flikar berättades vilka som huvudsakligen ska användas (kommunval, inmatning och resultat). Om kommunvalsfliken berättades att där väljs rätt kommun, om inmatningsfliken att det är den man främst jobbar med, att de gröna cellerna är inmatningsrutor och att det i vissa celler finns kommentarer med instruktioner för att hjälpa användaren. Om resultatfliken berättades ännu att svaren anges i ton koldioxid eller koldioxidekvivalenter och att resultatcellerna är märkta med violett färg.

Examinanden utförde samma test under användartestet för att senare kunna jämföra diverse testresultat och identifiera testpersonernas möjliga inmatningsfel. Examinanden antecknade även testpersonernas frågeställningar under testet och bedömde om dessa skulle ha besvarats genom närmare genomgång av kalkylmodellens anvisningar i anvisningsfliken. Intervjun hölls direkt efter testet. Följande frågor utarbetades för intervjun och ställdes testpersonerna ("K" står för kommentarer):

Del 1: Att utreda om kalkylmodellens funktion uppfattas lätt och snabbt

1. *Hade Ni bekantat Er med modellen på förhand? (Ja/Nej)*
 - a. *Om ja: Vilka delar? (Kommentar)*
2. *Fick Ni tillräckligt med information innan testandet av kalkylmodellen för att kunna påbörja beräkningen? (Ja/Nej)*
 - a. *Om nej: Hurudan tilläggsinformation skulle Ni ha önskat? (Kommentar)*

3. *Var det lätt att greppa kalkylmodellens uppbyggnad i Excel-filen? Var namngivningen av flikarna tydlig och motsvarade innehållet? (Ja/Nej)*
 - a. *Om nej: Vad förblev oklart? (Kommentar)*
4. *Vilket var Ert första intryck av kalkylmodellens uppbyggnad i Excel? (Bra/Dåligt)*

Del 2: Att kartlägga oklarheter i kalkylmodellens uppbyggnad och instruktioner

1. *Uppfattade Ni vad som skulle inmatas i kommunval-fliken? (Ja/Nej + K)*
2. *Uppfattade Ni vad som skulle inmatas i inmatnings-fliken (och skog-fliken)? (Ja/Nej + K)*
3. *Var det tydligt varifrån nödvändiga data skulle hämtas? (Ja/Nej +K)*
4. *Hur gick hämtandet och bearbetningen av råmaterialet?*
 - a. *Skog (Lätt/Svårt + K)*
 - b. *Jordbruksmark (Lätt/Svårt +K)*
 - c. *Vattendragen (Lätt/Svårt + K)*
 - d. *Myrmarker (Lätt/Svårt + K)*
 - e. *Bebyggt markområde (Lätt/Svårt + K)*
5. *Uppfattade Ni vilka av flikarna Ni inte behövde använda? (Ja/Nej +K)*
6. *Var det lätt att tolka resultaten? (Ja/Nej +K)*

Del 3: Att kartlägga hur uppbyggnaden eller instruktionerna eventuellt kunde förbättras

1. *Kunde någonting med modellen förbättras eller ändras? (Kommentarer)*

Vid genomgången av testpersonernas testberäkningar markerades de felaktiga resultaten och inmatningsuppgifterna skilt. Orsaken till felen utreddes av examinanden. På basen av ovannämnda bedömdes användarvänligheten av kalkylmodellen.

3.3.2 Intervju med kommunala tjänstemän

Närvarande vid intervjun var Hangö stads miljöchef Saija Kajala, förrättningsingenjör Tomi Ristikangas och examinanden Henna Timonen. Målet med besöket var att utreda vem i kommunen som eventuellt skulle koordinera och utföra utsläppsräkningen med hjälp av den nya kalkylmodellen. Därtill ville man tillsammans med kommunens GIS-kännare bedöma svårighetsgraden av GIS-sökmotoden för strömmande vattendrag, torvtäkter och bebyggda markområden. Valet av tjänstemän grundade sig på antagandet att en eventuell utsläppsräkning skulle delegeras till kommunens miljöavdelning och att kommunens GIS-kännare finns på kommunens mättningsavdelning.

Vid diskussionstillfället presenterades examinandens examensarbetsidé samt den utvecklade kalkylmodellen i stora drag; vad den gör, varför och hur den används.

Examinanden hade på förhand förberett frågor som ställdes endera skilt till vardera tjänstemannen eller till båda två gemensamt. Följande frågor uppgjordes på förhand:

1. Om delegeringen av utsläppsräkningen (S. Kajala)

- a. Skulle en eventuell utsläppsräkning delegeras miljöavdelningen i kommunen?*
- b. Vem skulle Ni be om hjälp för utförandet av den GIS-baserade informationssökningen?*

2. Om GIS-metodens svårighetsgrad (T. Ristikangas)

- a. Skulle de nödvändiga GIS-basuppgifterna redan finnas i kommunens databas?*
- b. Kan examinandens GIS-metoder (i ArcGis) tillämpas i kommunens GIS-program?*
- c. Är GIS-metoderna lätta att utföra?*
- d. Vilket GIS-program använder kommunen? Är den vanlig även i andra kommuner?*

3. Om utsläppsräkningens förverkligande (S. Kajala och T. Ristikangas)

- a. Skulle det vara lätt att få tag i rätt person till att hjälpa med utsläppsräkningen?*
- b. Skulle utsläppsräkningen bli slutförd?*

4. Resultat

I kapitlet har framställts resultaten från testningen av skogsberäkningens olika kalkylmetoder, resultaten från testningen av kalkylmodellen samt resultaten från användartestet och intervjuerna. Därtill har jämförelsen av strömmande vattendragens båda bredduppskattningsmetoder tillkommit samt den slutliga bedömningen av kalkylmodellens användarvänlighet. Resultaten från informationssökningen och av dem bearbetade inmatningsuppgifterna för testområdet har bifogats i följande bilagor: testområdets inmatningsuppgifter för skogsberäkningen (bilaga 1), jordbruksmarksberäkningen (bilaga 2), vattendragsberäkningen (bilaga 3), myrmarksberäkningen (bilaga 4) och testkommunernas arealuppgifter för bebyggd markareal (bilaga 5).

4.1 Testning av tillväxt-avgång metoden i skogsberäkningen

Vid informationssökningen hämtades uppgifter om testkommunernas skogstillgångar (ha) och privatägda skogars marknadsavverkningar (m³). Resultaten av informationssökningen var följande:

Tabell 7: Testkommunernas skogstillgångar i km² år 2009 indelade enligt skogsbruksmark. Testkommunernas marknadsavverkningsuppgifter år 2007 i m³, indelade enligt trädslag.

Skogstillgångar (km ²)					
År	Kommun	Skogsmark	Tvinmark	Impediment	Sammanlagt
2009	Karislojo	72	4	2	78
2009	Raseborg	688	103	23	815
Marknadsavverkningar (m ³)					
År	Kommun	Tall	Gran	Lövträd	Sammanlagt
2007	Karislojo	6100	20800	3500	30400
2007	Raseborg	92400	117400	29300	239100

Källa: Tomppo m.fl. 2012, s. 45-46 och Metinfos Statistiktjänst 2012

Inmatningsuppgifternas resultat ges som negativa eller positiva tal i kalkylmodellens resultatflik. Kolbalansen för trädbeståndets biomassa anges skilt, liksom jordmånens kolbalans och deras gemensamma kolbalans, dvs. skogens kolbalans. Enheten som används vid växthusgaspåverkan av trädbeståndets biomassa och jordmånen skilt är ton koldioxid (t CO₂) och vid skogens sammanlagda växthusgaspåverkan ton koldioxidekvivalenter (t CO₂-ekv). Negativa koldioxidvärden påvisar negativ kolbalans,

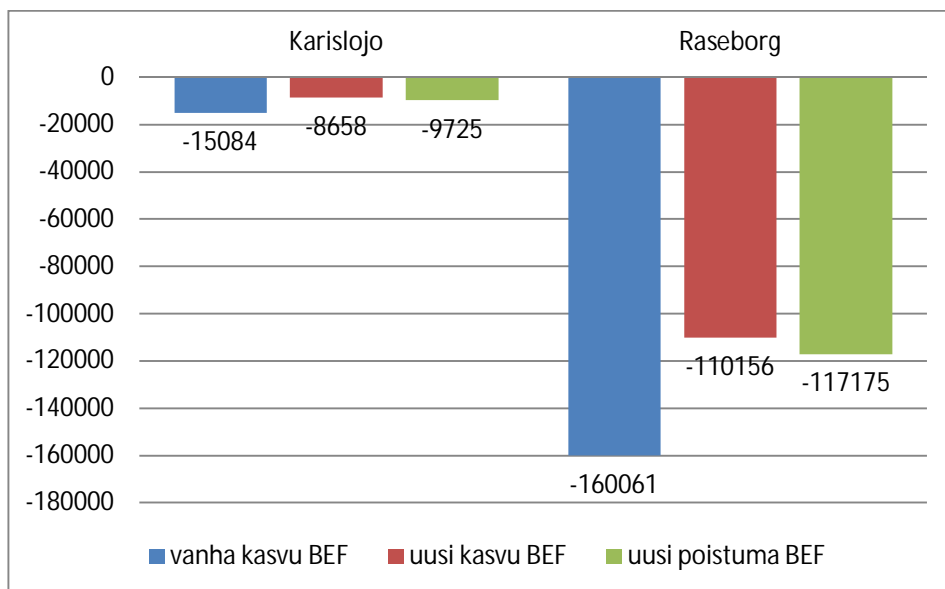
dvs. skogen binder mera kol än den avger. Således fungerar skogen som kolsänka. Positiva koldioxidvärden påvisar i sin tur kolkällor, dvs. att koldioxid frigörs mera än det binds.

Eftersom BEF-parametrarna innebär skillnader i trädbeståndets biomassa, därav namnet Biomass Expansion Factor, har vardera BEF-parameters skillnader i trädsbeståndets biomassa lyfts fram. Med ovannämnda inmatninguppgifter gav kalkylmodellen följande resultat (bild: Skillnaderna i trädbeståndets biomassa, t CO₂):

Tabell 8: Skillnaderna i trädbeståndets biomassa (t CO₂), vid testningen av olika BEF-parametrar, i testkommunerna Karislojo och Raseborg

BEF-parameter	<i>vanha kasvu BEF</i>	<i>uusi kasvu BEF</i>	<i>uusi poistuma BEF</i>
Karislojo	-15084	-8658	-9725
Raseborg	-160061	-110156	-117175

Tolkningen av resultaten var följande; Karislojos trädbestånd binder mera koldioxid i sin biomassa än vad den avger. Likaså är fallet i Raseborg, där bindningen är flerfallt större än i Karislojo, pga. Raseborgs större skogsresurser. Skillnaderna i BEF-parametrarna följer i båda testkommunerna samma trend; *vanha kasvu BEF* ger större bindningsvärden än *uusi kasvu BEF* och *uusi poistuma BEF*. *Uusi kasvu BEF* ger dock mindre bindningsvärden än *uusi poistuma BEF*. I *vanha kasvu BEF* utgjorde både tillväxten och avgången det gamla sättet att beräkna kolbalansen med (Statistics Finland 2013). I *uusi kasvu BEF* hade dock tillväxten uppdaterats med nya värden, men avgången bestod oförändrad. I *uusi poistuma BEF* har både tillväxten och avgången uppdaterats och baserar sig på de nyaste värdena och är också noggrannare än den tidigare kalkylen. Det verkar som att den uppdaterade och noggrannare *tillväxt-avgång* kalkylen visar mindre bindning än tidigare använd kalkyl. *Uusi kasvu BEF* visar också att om man enbart beräknar biomassans kolbalans i trädbeståndet med nyaste värden för enbart tillväxten, blir bindningen ännu mindre än i fallet där både tillväxten och avgången uppdaterats.



Figur 4: Skillnaderna i trädbeståndets biomassa (t CO₂), beräknade med olika BEF-parametrar, i testkommunerna Karislojo och Raseborg.

För att lättare kunna greppa skillnaderna i de olika BEF-parametrarnas resultat, gjordes en procentuell granskning. *Vanha kasvu BEF* fick fungera som utgångspunkt (100%) och de övriga BEF-parametrarna jämfördes i förhållande till den (tabell 9: Skillnaderna i trädbeståndets biomassa, %)

Tabell 9: Skillnaderna i trädbeståndets biomassa (%), beräknat med olika BEF-parametrar, i Karislojo och Raseborg.

BEF- parameter	<i>vanha kasvu BEF</i>	<i>uusi kasvu BEF</i>	<i>uusi poistuma BEF</i>
Karislojo	100	57	64
Raseborg	100	69	73

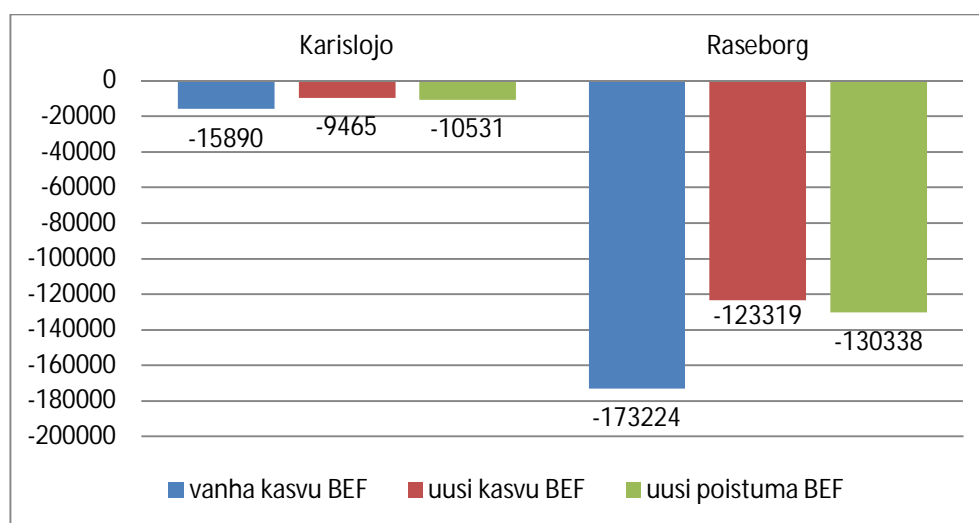
Ur tabellen (tabell 9) går att avläsa de procentuella skillnaderna i tillväxt-avgång beräkningarna i testkommunerna. *Uusi kasvu BEF* ger för båda testkommunerna medräknat ett 37 % mindre resultat i jämförelse med *vanha kasvu BEF*. För *Uusi poistuma BEF* är det avvikande värdet i båda testkommunerna 31,5 % mindre i jämförelse med *vanha kasvu BEF*.

I diagrammet (Skogens sammanlagda växthusgaspåverkan, t CO₂-ekv) framställdes ännu resultaten för skogens sammanlagda växthusgaspåverkan, där även jordmånens utsläpp/bindning tagits i beaktande. Resultaten var följande (tabell 10):

Tabell 10: Skogens växthusgaspåverkan sammanlagt (t CO₂-ekv), beräknat med olika BEF-parametrar, i Karislojo och Raseborg.

BEF- parameter	<i>vanha kasvu BEF</i>	<i>uusi kasvu BEF</i>	<i>uusi poistuma BEF</i>
Karislojo	-15890	-9465	-10531
Raseborg	-173224	-123319	-130338

Med jordmånens kolbalans medräknat följer resultaten samma trend som vid kolbalansen för trädbeståndets biomassa. *Vanha kasvu BEF* ger största bindningen, *uusi kasvu BEF* minst bindning av de tre och *uusi poistuma BEF* något mitt emellan.



Figur 5: Skogens sammanlagda växthusgaspåverkan (t CO₂-ekv), beräknat med olika BEF-parametrar, i Karislojo och Raseborg.

Skillnaderna i skogens sammanlagda växthusgaspåverkan framställdes procentuellt (tabell 11), med *vanha kasvu BEF* som utgångspunkt (100%). Skillnaderna för båda testkommunerna gemensamt i de slutliga resultaten uppgick till 35 % mindre bindningsvärden för *uusi kasvu BEF* i jämförelse med *vanha kasvu BEF*. För *uusi poistuma BEF* uppgick skillnaden till enbart 29,5 % mindre än för *vanha kasvu BEF*.

Tabell 11: Skogens sammanlagda växthusgaspåverkan (%), beräknat med olika BEF-parametrar, i Karislojo och Raseborg.

BEF-parameter	<i>vanha kasvu BEF</i>	<i>uusi kasvu BEF</i>	<i>uusi poistuma BEF</i>
Karislojo	100	60	66
Raseborg	100	71	75

4.2 Testning av lagerförändringsmetoden i skogsberäkningen

I kalkylmetoden testades två olika lagerförändringsmetoder; en som utgick ifrån virkets helvolymdata och en annan där medelvolymen fungerade som räknegrund. Uppgifter

från två olika tidpunkter är nödvändiga för jämförandet av kollagrets förändring. I beräkningarna användes därmed den nionde och tionde riksskogstaxeringens volymdata för vardera testkommun. Lagerförändringsberäkningarna inkluderar inte jordmånens bindning/utsläpp. Resultaten av informationssökningen har framställts i tabell 12. Med resultaten från tabell 12 gav kalkylmetoden följande resultat (tabell 13):

Tabell 12: Inmatningsdata för lagerförändringsberäkningen. Kommunala volymdata indelat enligt trädslag för testkommunerna Raseborg och Karislojo.

Kommun	Volymmått	Data	Tall	Gran	Björk	Lövträd	samm.
Raseborg	<i>Trädbeståndets helvolym 1000 m³</i>	VMI9	5103	3453	1242	417	10215
	<i>Trädbeståndets helvolym 1000 m³</i>	VMI10	5588	4418	1245	411	11663
	<i>Trädbeståndets medelvolym m³/ha</i>	VMI9	60	47	18	6	131
	<i>Trädbeståndets medelvolym m³/ha</i>	VMI10	71	56	16	5	147
Karislojo	<i>Trädbeståndets helvolym 1000 m³</i>	VMI9	415	476	136	24	1051
	<i>Trädbeståndets helvolym 1000 m³</i>	VMI10	367	346	185	70	968
	<i>Trädbeståndets medelvolym m³/ha</i>	VMI9	53	61	17	3	134
	<i>Trädbeståndets medelvolym m³/ha</i>	VMI10	48	46	24	9	128

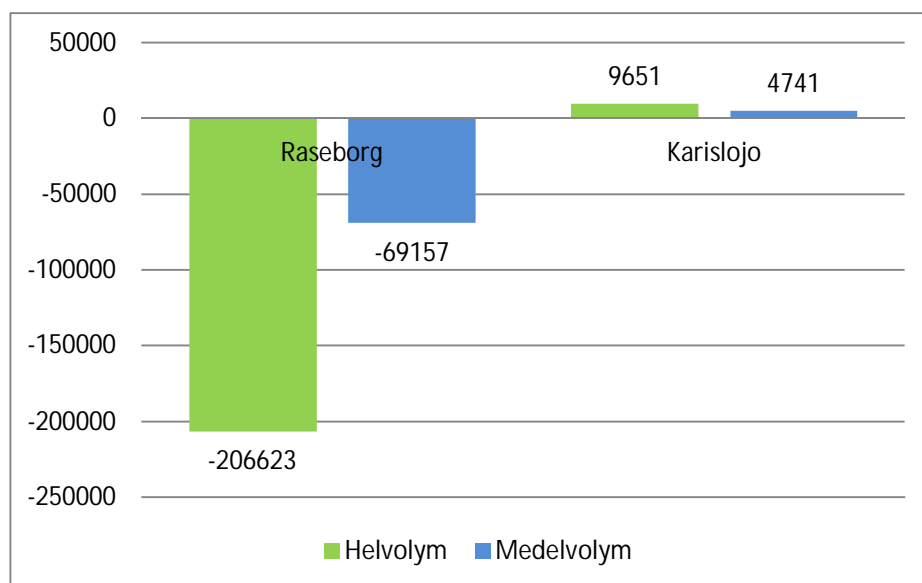
(Källa: Metinfo och Tomppo m.fl. 2012, s. 162-163, 168-169)

Tabell 13: Koldioxidutsläpp/år (t CO₂) med hel- och medelvolymlberäkningen i testkommunerna.

Volymmått	Helvolum	Medelvolum
Raseborg	-206623	-69157
Karislojo	9651	4741

Tolkningen av resultaten är följande: För Raseborgs del påvisar både helvolum- och medelvolymlberäkningen skogens funktion som kolsänka. För Karislojo påvisar resultaten skogens utsläpp av koldioxid. Detta står avvikande mot tillväxt-avgång resultaten som påvisade bindning av koldioxid i båda testkommunerna (Skillnaderna i trädbeståndets biomassa, t CO₂). Skillnaderna i resultaten beror främst på att lagerförändringsmetoden betraktar kolförrådets förändring i trädbeståndets biomassa under en längre tidsperiod (här under nio år), olikt då tillväxt-avgång metoden som beaktar kolbalansen under ett år.

För Raseborgs del anger lagerförändringsmetoden bindning av koldioxid i kommunens skogar. Skillnaden mellan volymlberäkningarnas resultat ligger på 33 %. För Karislojos del påvisas koldioxidutsläpp och skillnaden i beräkningarna uppgår till 49 %. Beräkningarna med helvolymlen ger ett större resultat för båda kommunerna; Raseborgs koldioxidbindning är större och Karislojos utsläpp är större än vad resultaten blir med medelvolymlsberäkningen.

Bild 1: Skogens årliga koldioxidbindning/-utsläpp i testkommunerna, beräknat med lagerförändringsmetoden (t CO₂). Ett negativt tal står för minusutsläpp d.v.s, bindning.

Medelvolymsberäkningen användes inte vidare i den kompletterande kolbalansberäkningen för Västnyland, eftersom den ger mindre noggrannare resultat (medeltal) än helvolymsberäkningen (1000m³). Dessutom var skillnaderna mellan volymsberäkningsresultaten så stora att man inte kan använda medelvolymsberäkningen ens för en grov uppskattning.

4.3 Uppskattning av de strömmande vattendragens bredder

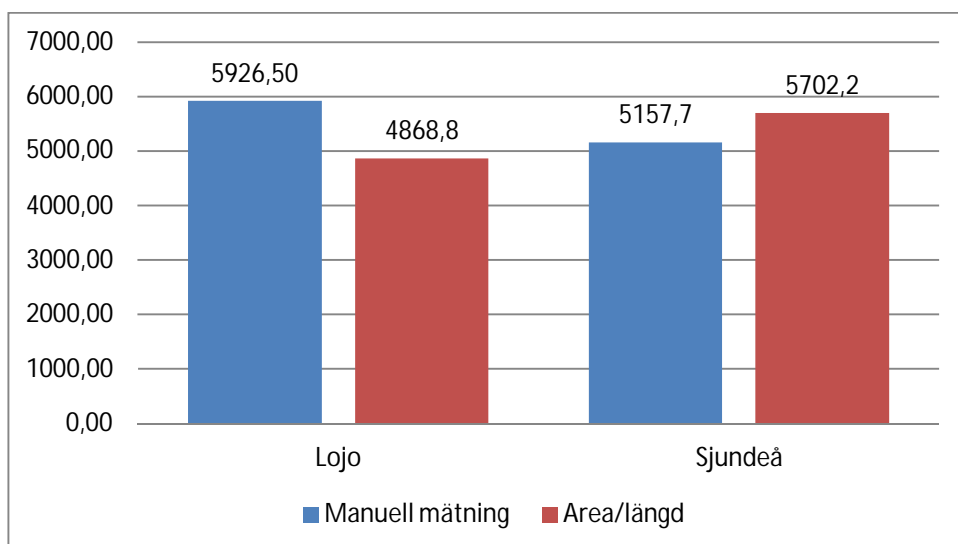
Den manuella bredduppskattningen för vattendragspolygonerna (kod: 36313) i Lojo och Sjundea utfördes genom att manuellt mäta bredden på fyra olika ställen av polygonen och använda medeltalet av dem som den antagna bredden. Skillnader i uppskattningsmetoden förekom: För Lojos del påvisade den manuella mätningen i medeltal mindre uppskattade bredder (1,29 procentenheter) än den på omkretsen baserade uppskattningsmetoden. För Sjundeas del orsakade den manuella mätningen i medeltal större bredder (2,85 procentenheter) än den andra metoden.

Tabell 14: Bredduppskattningsmetodernas medeltal och standardavvikelser av vattendragspolygonernas bredduppskattningar testkommunerna. Den manuella mätningen gjordes med ArcMaps mätverktyg (*measure*) och omkretsen var angiven i polygonernas attributtabell.

	Lojo		Sjundea	
	Area/längd, m	Manuellt, m	Area/längd, m	Manuellt, m
Medeltal	13,86	12,57	13,12	15,97
Standardavvikelse	18,09	8,54	8,35	10,94

(Källa: Terrängdatabasen, MP-skiktets kod: 36313)

Trenden framkom även i en jämförelse av strömmande vattnens utsläpp i Lojo och Sjundea. Ur diagrammet framgår att de manuellt mätta strömmande vattnen i Lojo gav större utsläpp än de där arean dividerat med längden användes som grund för bredduppskattningen. Utsläppen av den manuella mätningen uppgick till 5926,5 t CO₂, emedan den på arean och längden baserade metoden gav utsläpp på 4868,8 t CO₂. Som väntat var resultaten i Sjundea den motsatta: utsläppen var större för de vatten som uppskattats av arean och längden än för de som uppskattats genom manuell mätning. Utsläppen uppgick till 5157,7 t CO₂ respektive 5702,16 t CO₂.



Figur 6: Bredduppskattningsmetodernas skillnader i utsläppsberäkningen (t CO₂).

Båda bredduppskattningsmetoderna är bristfälliga och medför osäkerheter i utsläppsberäkningarna. Den manuellt mätta bredden kan skilja stort mellan de olika kommunerna, då mätningresultaten är beroende av personen som åtar sig uppgiften. Att uppskatta bredden genom att dividera vattendragets area med dess uppskattade längd utgör dock en regel som ger möjligheter för jämförelser av utsläppsvärdena kommunerna emellan.

Här bör noteras att bredduppskattningsmetoden för vattendragspolygonerna gjorde att vissa av polygonerna hamnade i breddkategorin < 5, trots att polygonerna antas vara i bredd större än 5 m, då de största vattendragslinjerna angetts vara mellan 2 m och 5 m. Mindre vattendrag antas ge mera växthusgasutsläpp än större vattendrag (Rantakari 2010 och Juutinen m.fl. 2009) och denna breddindelning kan därmed orsaka större utsläpp i resultaten. Enligt Juutinen m.fl. (2009) korrelerar metanutsläppen i vattendraget bla. med vattendragets djup och att mindre vattendrag ger större metanutsläpp, eftersom de vattendragen består av förhållandevis mera grunda områden än större vattendrag.

4.4 Kolbalanser i Västnyland

Kalkylmodellens testning resulterade i testkommunernas närmiljöers kolbalanser. Dessa framställs nedan i tabeller och diagram. Till sist beräknades ännu hela testområdets närmiljöers gemensamma kolbalans och därtill sammanslogs närmiljöernas kolbalanser med den år 2009 gjorda växthuskarteringen i Västnyland.

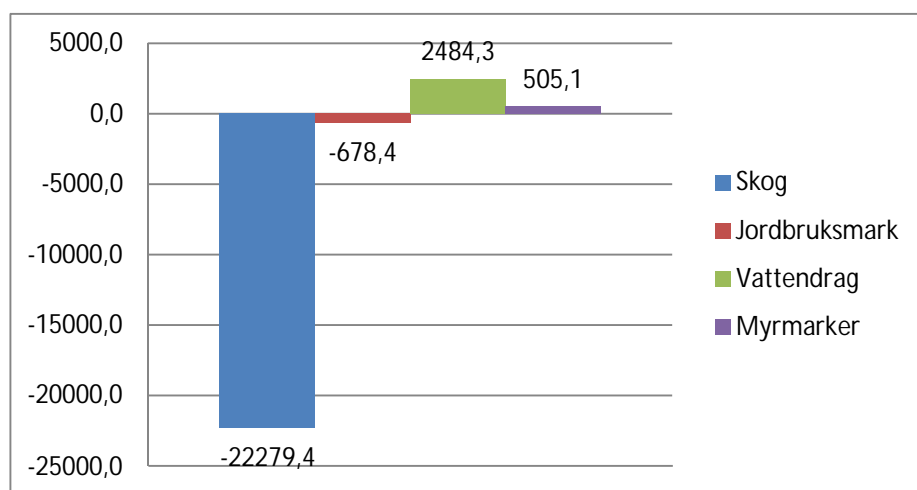
I diagrammen över kommunernas närmiljöers kolbalanser har närmiljöerna komprimerats till skog, jordbruk, vattendrag och myrmarker. I jordbruksmarken ingår även skyddszonerna och i vattendragen ingår sjöar, strömmande vatten och kustens vassbestånd. Myrmarkerna består av de odikade myrmarkerna och torvtäkterna sammanlagt.

4.4.1 Närmiljöernas kolbalanser i Hangö

I Hangö påvisas två kolsänkor i närmiljöerna: skogen med -22279,4 t CO₂-ekv och jordbruksmarken med -678,4 t CO₂-ekv. Det senare resultatet berodde på att åkerjordens stora kolbindning. Här saknades även uppgifter för äppelträd och vinbärbuskars odlingsarealer samt för skyddszonerna. Största utsläppskällan visar sig vara vattendragen, där en stor del av utsläppen berodde på vassbeståndens utsläpp vid kusten. Hangös kolbalans ligger på minussidan med -19968,5 t CO₂-ekv.

Tabell 15: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Hangö (t CO₂-ekv).

Skog	-22279.4
Jordbruksmark	-678.4
Jordbrukets skyddszoner	0.0
Sjöar	389.4
Strömmande vatten	854.2
Vassbestånd	1240.7
Torvtäkter	0.0
Myrmarker	505.1
Närmiljöer sammanlagt	-19968.5



Figur 7: Närmiljöernas kolbalanser i Hangö, t CO₂-ekv.

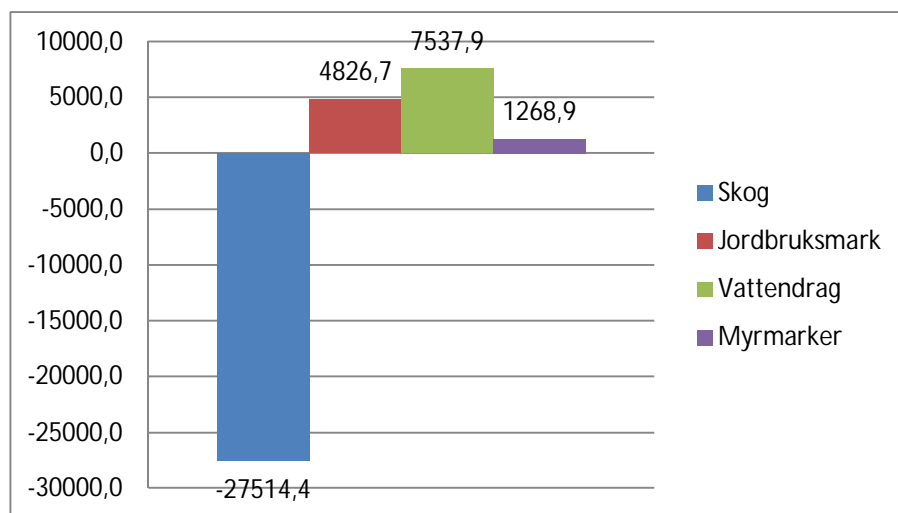
I Hangös resultat bör också noteras att inmatningsuppgifter fattades även för torvtäktsverksamhet, som dock inte idkas i Hangö.

4.4.2 Närmiljöernas kolbalanser i Högfors

I Högfors påvisas enbart en kolkälla, skogen med en binding av -27514,4 t CO₂-ekv. Den strösta utsläppskällan utgörs av vattendragen där sjöarna orsakar snäppet större utsläpp än de strömmande vattendragen, 3894,9 t CO₂-ekv respektive 3643,1 t CO₂-ekv. Sammanlagt binder dock skogen i Högfors mera koldioxid än vad de andra utsläppskällorna avger tillsammans, Högfors kolbalans ligger därmed på minussidan -13880,8 t CO₂-ekv.

Tabell 16: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Högfors (t CO₂-ekv).

Skog	-27514.4
Jordbruksmark	4783.9
Jordbrukets skyddszoner	42.8
Sjöar	3894.9
Strömmande vatten	3643.1
Vassbestånd	0.0
Torvtäkter	87.2
Myrmarker	1181.7
Närmiljöer sammanlagt	-13880.8



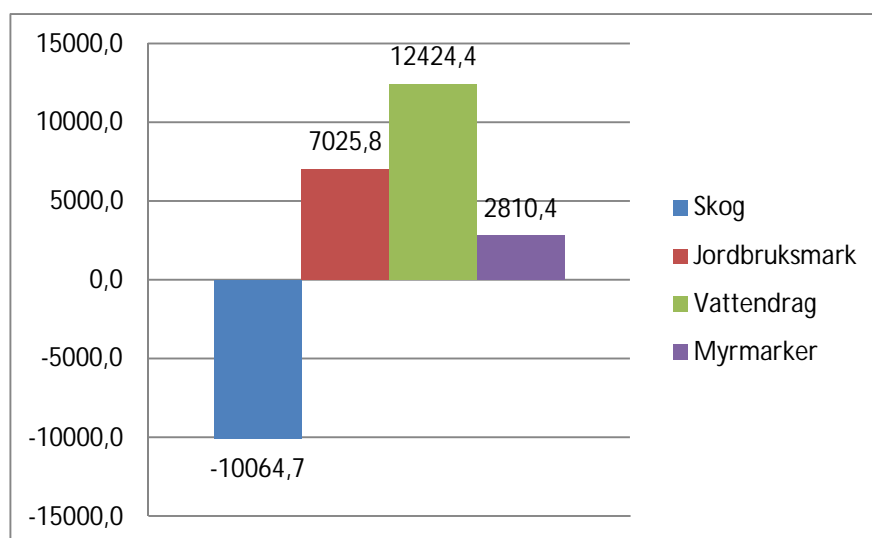
Figur 8: Närmiljöernas kolbalanser i Högfors, t CO₂-ekv.

4.4.3 Närmiljöernas kolbalanser i Ingå

Även i Ingå påvisas enbart en kolsänka i närmiljöerna: skogen med -10064,7 t CO₂-ekv. Den största utsläppskällan utgörs igen av vattendragen, där boven liksom i Hangös fall är kustens vassbestånd, med utsläpp upp till 7176,8 t CO₂-ekv. Sammanlagt har Ingås närmiljöer en kolbalans på 12195,9 t CO₂-ekv, trots skogens stora kolsänka.

Tabell 17: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Ingå, t CO₂-ekv.

Skog	-10064.7
Jordbruksmark	7023.1
Jordbrukets skyddszoner	2.7
Sjöar	2370.0
Strömmande vatten	2877.6
Vassbestånd	7176.8
Torvtäkter	1289.4
Myrmarker	1521.0
Närmiljöer sammanlagt	12195.9



Figur 9: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Ingå, t CO₂-ekv.

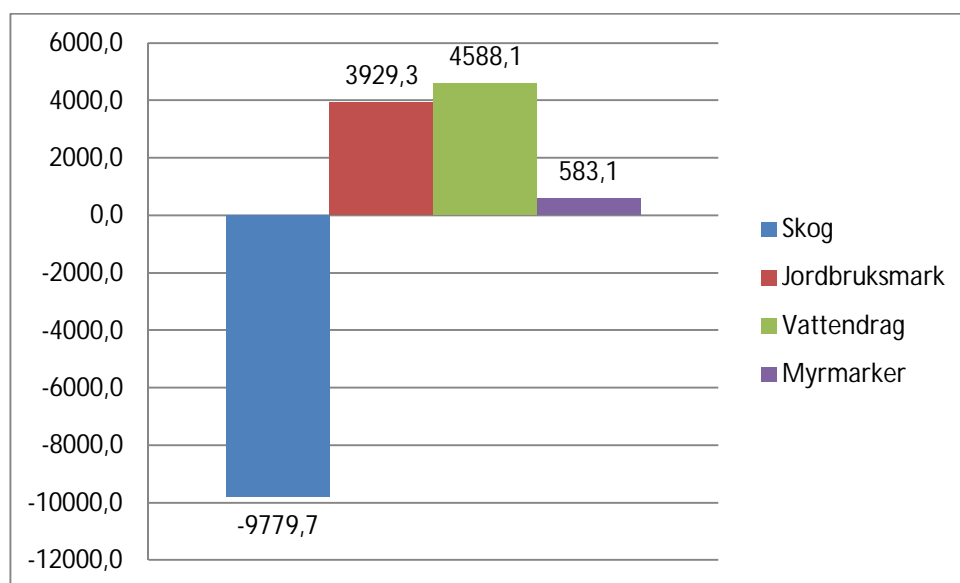
Vid Ingå fallet saknades inga inmatningsuppgifter.

4.4.4 Närmiljöernas kolbalanser i Karislojo

Skogen i Karislojo binder mera koldioxid än vad de övriga närmiljöerna avger. Skogen binder -9779,7 t CO₂-ekv, medan den övriga utsläppskällorna tillsammans, dvs. 9100,5 t CO₂-ekv. Karislojos kolbalans ligger därmed på -679,2 t CO₂-ekv.

Tabell 18: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Karislojo, t CO₂-ekv.

Skog	-9779.7
Jordbruksmark	3910.3
Jordbrukets skyddszoner	19.0
Sjöar	3409.7
Strömmande vatten	1178.5
Vassbestånd	0.0
Torvtäkter	0.0
Myrmarker	583.1
Närmiljöer sammanlagt	-679.2



Figur 10: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Karislojo, t CO₂-ekv.

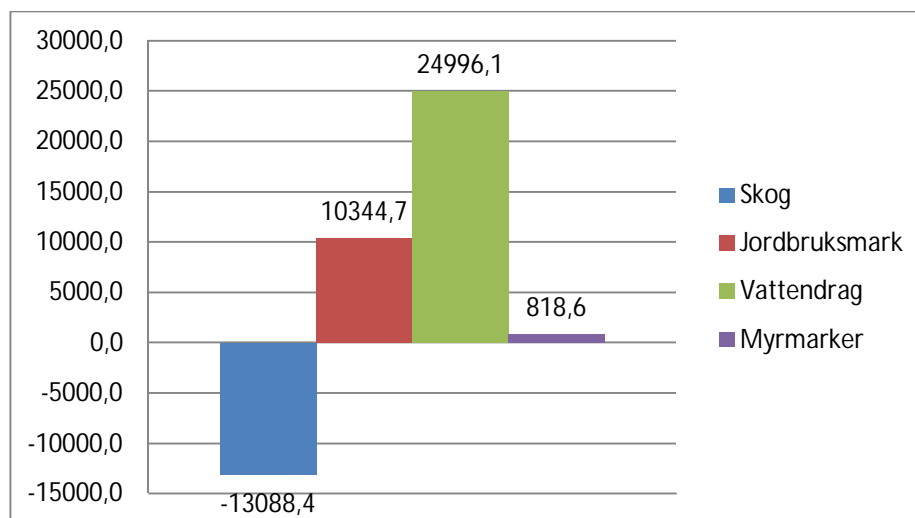
Karislojo ligger inte vid kusten och vassbeståndens utsläpp vid kusten var därmed inte aktuella i utsläppsberäkningen. I enlighet med saknade torvtäktsuppgifter antas att sådan verksamhet inte heller idkas inom Karislojos gränser.

4.4.5 Närmiljöernas kolbalanser i Lojo

Liksom i Karislojofallet utgör skogen Lojos enda kolsänka, med -13088,4 t CO₂-ekv. I detta fall räcker skogens kolbinding dock inte till att kompensera de övriga närmiljöernas utsläpp. Vattendragen står för nästan en tvådubbel mängd utsläpp jämfört med vad skogen binder. Vattendragens utsläpp på 24996,1 t CO₂-ekv, fördelas mellan sjöarnas 20127,3 t CO₂-ekv och strömmande vattnens utsläpp 4868,8 t CO₂-ekv.

Tabell 19: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Lojo, t CO₂-ekv.

Skog	-13088.4
Jordbruksmark	10254.6
Jordbrukets skyddszoner	90.1
Sjöar	20127.3
Strömmande vatten	4868.8
Vassbestånd	0.0
Torvtäkter	5.4
Myrmarker	813.2
Närmiljöer sammanlagt	23070.9



Figur 11: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Lojo, t CO₂-ekv.

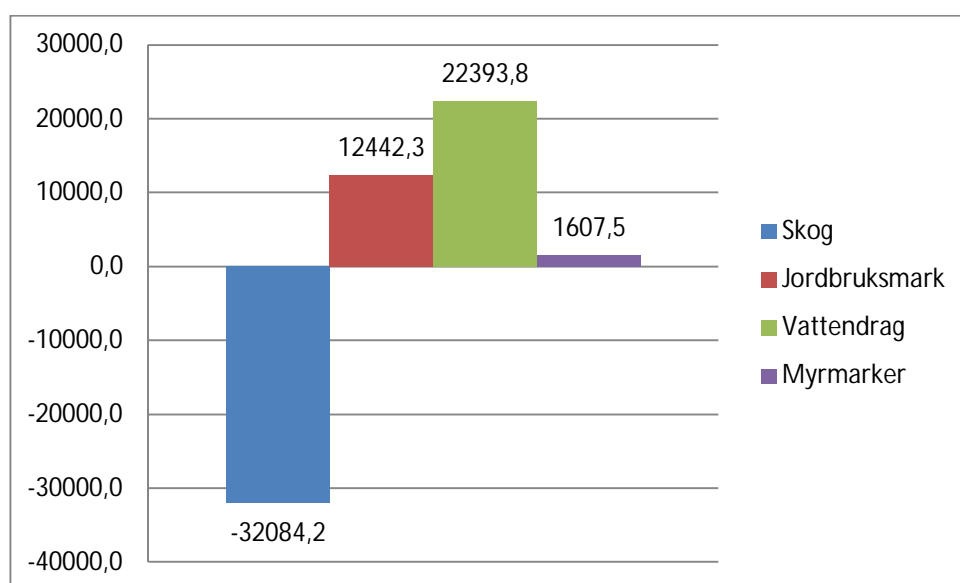
4.4.6 Närmiljöernas kolbalanser i Nummi-Pusula

Nummi-Pusulas skogar binder koldioxid upp till -32084,2 t CO₂-ekv. Den största utsläppskällan är än en gång vattendragen med 22393,8 t CO₂-ekv, med de strömmande vattendragen bestående av över hälften av utsläppen, 12963,2 t CO₂-ekv. Skogens

bindning räcker inte till att kompensera de övriga närmiljöernas utsläpp, varav kolbalansen blir på plussidan, med 4359,4 t CO₂-ekv.

Tabell 20: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Nummi-Pusula, t CO₂-ekv.

Skog	-32084.2
Jordbruksmark	12322.6
Jordbrukets skyddszoner	119.7
Sjöar	9430.6
Strömmande vatten	12963.2
Vassbestånd	0.0
Torvtäkter	119.7
Myrmarker	1487.9
Närmiljöer sammanlagt	4359.4



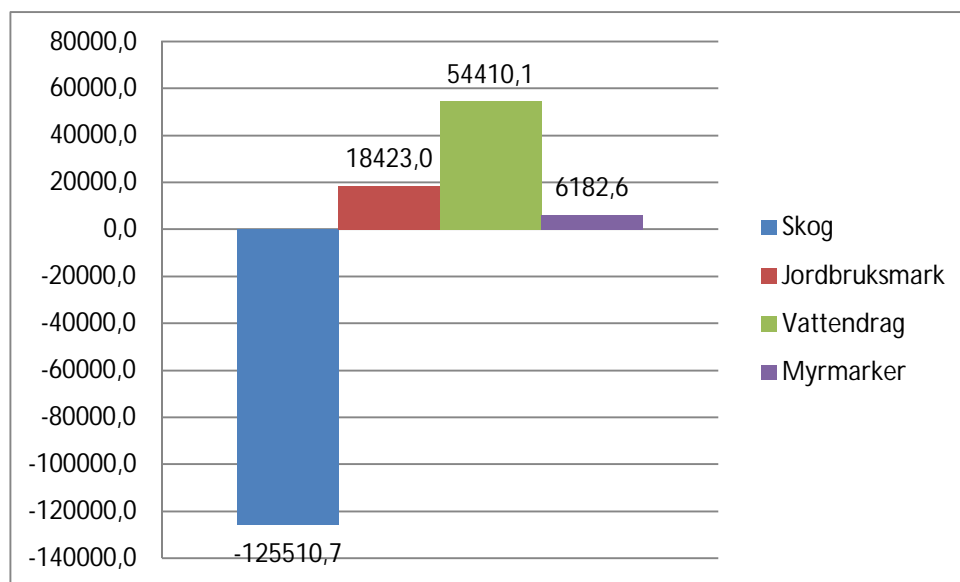
Figur 12: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Nummi-Pusula, t CO₂-ekv.

4.4.7 Närmiljöernas kolbalanser i Raseborg

I Raseborg står de stora skogsresurserna för en stor del av kolbindningen, -125510,7 t CO₂-ekv. Skogens bindning räcker till att överlappa vattendragens utsläpp på 54410,1 t CO₂-ekv, jordbruksmarkernas utsläpp på 18423,0 t CO₂-ekv och myrmarkernas och torvtäkternas gemensamma utsläpp på 6182,6 t CO₂-ekv. Efter denna kompensering förblir ännu en negativ kolbalans på -46495,1 t CO₂-ekv.

Tabell 21: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Raseborg, t CO₂-ekv.

Skog	-125510.7
Jordbruksmark	18411.2
Jordbrukets skyddszoner	11.8
Sjöar	16049.7
Strömmande vatten	13938.5
Vassbestånd	24421.9
Torvtäkter	816.2
Myrmarker	5366.4
Närmiljöer sammanlagt	-46495.1

Figur 13: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Raseborg, t CO₂-ekv.

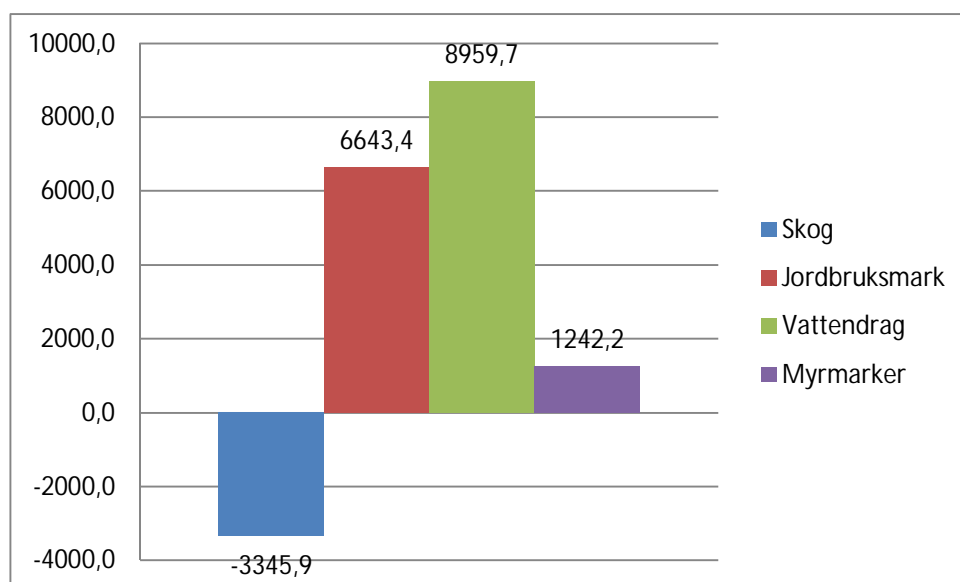
Från Raseborg saknades inga uppgifter.

4.4.8 Närmiljöernas kolbalanser i Sjundeå

Sjundeås jordbruksmark och vattendrag står för största delen av Sjundeås utsläpp, med 6643,4 t CO₂-ekv respektive 8959,7 t CO₂-ekv. Tillsammans med myrmarkernas utsläpp utgör närmiljöerna sammanlagda utsläppsvärden på 16845,3 t CO₂-ekv, varav skogens kolbindning kompenserar enbart 3345,9 t CO₂-ekv. Därmed blir Sjundeås kolbalans för närmiljöerna sammanlagt 13499,3 t CO₂-ekv.

Tabell 22: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Sjundeå, t CO₂-ekv.

Skog	-3345.9
Jordbruksmark	6611.6
Jordbrukets skyddszoner	31.9
Sjöar	2328.0
Strömmande vatten	5702.2
Vassbestånd	929.6
Torvtäkter	0.0
Myrmarker	1242.2
Närmiljöer sammanlagt	13499.3

Figur 14: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Sjundeå, t CO₂-ekv.

Enligt uppgifter idkas inte torvtäktsverksamhet i Sjundeå och därför har torvtäktsarealer ej varit aktuella.

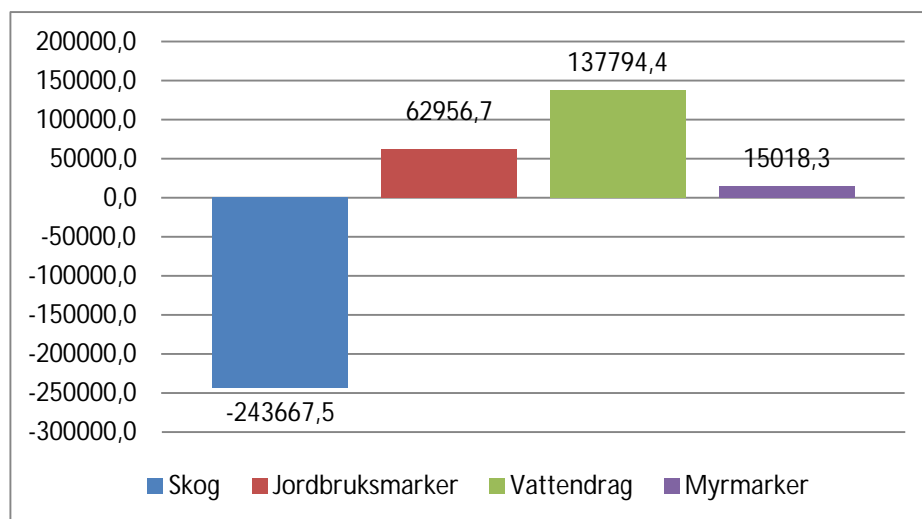
4.4.9 Västnylands kolbalans

Testkommunernas skogar fungerar tillsammans som en enda stor kolsänka i Västnyland, med kolbalansen på -243667,7 t CO₂-ekv. Västnylands största utsläppskälla består av vattendragen, 137794,4 t CO₂-ekv, och av dem står sjöarnas utsläpp för den största delen, 42,1 % av utsläppen. Strömmande vattnen utgör 33,4 % av utsläppen och kustens vassbestånd av resterande 24,5 %.

Sammanlagt ligger Västnylands kolbalans på minussidan med -27898,1 t CO₂-ekv.

Tabell 23: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Västnyland, t CO₂-ekv.

Skog	-243667.5
Jordbruksmark	62638.8
Jordbrukets skyddszoner	317.9
Sjöar	57999.5
Strömmande vatten	46026.1
Vassbestånd	33768.9
Torvtäkter	2317.9
Myrmarker	12700.5
Närmiljöer sammanlagt	-27898.1

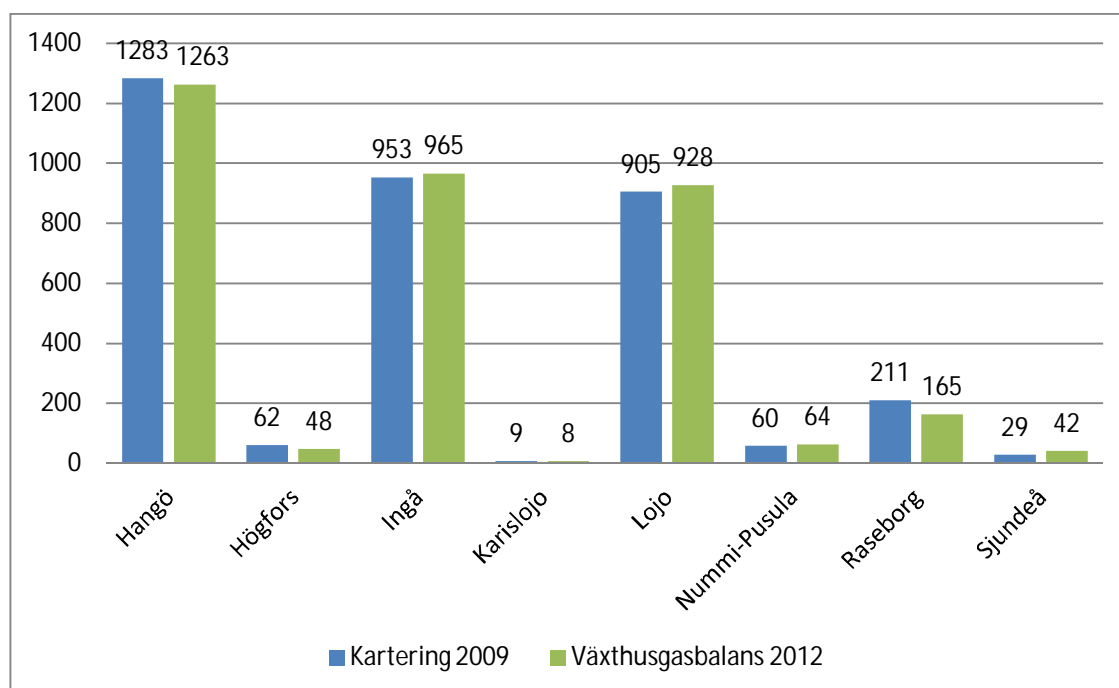
Figur 15: Närmiljöernas kolsänkor och -källor i Västnyland, t CO₂-ekv.

Närmiljöernas kolbalanser tillsammans med den tidigare utförda växthusgaskarteringens resultat utgör en mera realistisk bild av Västnylands totala utsläpp. De sammanförda resultaten både ökade och minskade utsläppen för kommunernas del.

Tabell 24: Västnylands kommuners kolbalanser, 1000 t CO₂-ekv.

Kommun	Kartering 2009	Närmiljöer 2012	Växthusgasbalans 2012
Hangö	1283	-20	1263
Högfors	62	-14	48
Ingå	953	12	965
Karislojo	9	-1	8
Lojo	905	23	928
Nummi-Pusula	60	4	64
Raseborg	211	-46	165
Sjundeå	29	13	42
Västnyland	3510	-28	3482

För Hangös och Högfors del bidrog kompletteringen av närmiljöernas kolbalans med en 1,6 % respektive 22,5 % minskning av utsläppen från tidigare karteringsresultat. För Ingås del ökade utsläppen med 1,3 %, emedan utsläppen minskade med 11,1 % för Karislojo. För Lojo och Nummi-Pusula steg utsläppen med 2,5 % respektive 6,7 %. Slutligen minskade utsläppen i Raseborg med 21,8 % och i Sjundeå ökade utsläppen med ett procentuellt rekord på 44,8 %.

Figur 16: Västnylands kommuners kolbalanser, 1000 t CO₂-ekv.

För hela Västnylands del ligger dess kolbalans efter kompletteringen på 3482000 t CO₂-ekv, efter en 0,8 % minskning från det tidigare 3510000 t CO₂-ekv.

4.5 Användartest

Användartestet utfördes av två fjärde årets miljöplanerarstuderande från Yrkeshögskolan Novia. Testet utfördes i en ADB-sal på yrkeshögskolan. Innan testet gavs en kort beskrivning av kalkylmodellen. Dessutom hade testpersonerna tillgång till de osorterade arealuppgifterna för strömmande vatten (här även bredduppgifter), torvtäkter, bebyggda markområden och myrmarker. Även volymuppgifterna för marknadsavverkningarna var gavs tillgång till och jordbruksberäkningens osorterade arealuppgifter. Som tolkningshjälp till jordbruksuppgifterna gavs publikationen (Maataloustilastot, 2007). Som testkommun fungerade Lojo kommun innan sammanslagning med Sammatti år 2009. Nedan en genomgång av testpersonernas beräkningar och intervjusvar. Först ges en beskrivning av hur testberäkningarna gått för testpersonerna och sedan intervjusvaren.

Följande orsaker till felaktigheter i beräkningarna observerades:

- Fel som berodde på bristfälliga instruktioner
- Fel som berodde på brådska och slarv
- Fel som berodde på fel i enhetsomvandlingen
- Fel som brodde på bristfälliga språkkunskaper
- Oidentifierade fel

De oidentifierade felen skickades vidare till uppdragsgivaren för bedömning.

Tabell 25: Genomgång av testpersonernas resultat i användartestet.

Testperson 1		
Kommunvalsfliken		Testpersonen hade valt korrekt kommun (Lojo) i kommunvalsfliken.
Inmatningsfliken	Skog	Testpersonen hade matat in korrekta uppgifter för skogstillgångarna och marknadsavverkningarna. Även de i volymberäkningen inmatade värdena var korrekta.
	Jordbruksmark	Uppgifterna för jordbruksmark i användning och träda var korrekta, medan felaktigheter förekom vid arealuppgifterna för ettåriga spannmål, vallåker och konventionellt odlad jord. Felaktigheterna för vallåker och konventionellt odlad jord berodde på bristfälliga instruktioner,

		medan felet vid ettåriga spannmål torde ha berott på ett slarvfel då årets 2007 uppgift var rätt, men inte år 1997. Arealerna för konventionellt odlad jord borde ha varit den samma som vid jordbruksmark i användning, men stod inte beskrivet i instruktionerna. Vid inmatningen av äppelträdens och vinbärsbuskarnas arealuppgifter förekom fel i enhetsomvandlingen, medan skyddszonernas arealuppgifter var angivna i rätt form.
	Vattendrag	I sjörnas arealuppgifter förekom några smärre felaktigheter. För de tre minsta storleksklasserna var arealvärdena för små, medan det för den nästa storleksklassen var korrekt. I arealuppgifterna för de strömmande vattendragen förekom enbart enhetsfel. Inmatningsuppgifterna stod i samma enhet som i råmaterialet (kvadratmeter), trots att det vid inmatningen angetts att de ska stå i hektar.
	Myrmark	De inmatade myrmarks- och torvtäktsarealerna var korrekta, med undantag för torvtäkternas enhet. Enhetsomvandlingen hade uteblivit, då uppgifterna angetts i samma form som i råmaterialet.
	Bebyggd mark	Värdet var korrekt, men stod i råmaterialets kvadratmeter istället för hektar.
Skogsfliken		Inmatningen hade uteblivit pga. brister i instruktionerna.
Resultatfliken		Fel observerades vid de beräkningar där inmatningsuppgifterna varit felaktiga.
Testperson 2		
Kommunvalsfliken		Testpersonen hade valt korrekt kommun (Lojo) i kommunvalsfliken.
Inmatningsfliken	Skog	Testpersonen hade matat in korrekta uppgifter för marknadsavverkningarna, men i skogstillgångarnas arealuppgifter observerades fel

		värden. Efter genomgång av källmaterialet återstod orsaken till de felaktiga värdena oidentifierade. I volymberäkningen var de inmatade värdena korrekta.
	Jordbruksmark	Uppgifterna för vallåker, ettåriga spannmål och träda var korrekta, medan felaktigheter förekom vid arealuppgifterna för konventionellt odlad jord och sammanlagda jordbruksmarken i användning. Felaktigheterna berodde på bristfälliga instruktioner. Vid inmatningen av äppelträdens och vinbärsbuskarnas arealuppgifter förekom fel i enhetsomvandlingen samt tolkningen av instruktionerna i kommentaren. Enligt instruktionerna skulle de i råmaterialet angivna arealuppgifterna summeras ihop innan inmatning, men enbart den ena arealuppgiften hade använts vid testberäkningen. Skyddszonernas arealuppgifter var angivna i rätt form.
	Vattendrag	I instruktionerna anges att sjöarnas arealuppgifter utöver OIVA kan hämtas via webbsidan Järviwiki (jarviwiki.fi). Testpersonen hade valt att använda denna källa, men märkte snabbt att webbsidans angivna arealuppgifter är svårhanterade. Att hämta dem över till en Excelfil är problematisk och testpersonen beslöt att skriva arealuppgifterna förhand på papper och delade dem samtidigt i storleksklasserna. Sedan skrevs de in i Excel och summerades ihop. Små slarvfel förekom i samband med metoden och orsakade smärre numeriska fel i inmatningscellerna. Även enhetsfel förekom för varje värde, då hektar försöktes få genom att dividera kvadratkilometer med 1000. Gällande de strömmande vattendragen uppfattades storleksindelningen enligt bredderna fel. Testpersonen hade matat in uppgifterna efter sjöarnas arealindelning. Problemet här kan dock bedömas ligga i kommentarens instruktion

		<p><i>"indelning likt sjöarna"</i>. Även här förekom fel i enhetsomvandlingen, då hektar antogs få genom multiplicering av kvadratmeter med 1000.</p> <p>Uppgifterna för vassbeståndet saknades, vilket var korrekt.</p>
	Myrmark	<p>De inmatade myrmarksarealerna var felaktiga och antogs bero på feltolkning av råmaterialet som fåtts från Metla. De inmatade talen hade placerats rätt för ombrotrofa myrmarksarealer och myrmarksarealer sammanlagt, men det numeriska värdet var fel. Efter genomgång av råmaterialet fanns inget numeriskt värde som överensstämde med det i inmatningsfliken angivna. Närmast kom talet av råmaterialets alla arealuppgifter sammanslagna (inmatade talet 20733, råmaterialets arealuppgifter sammanslagna 20734). Råmaterialets arealuppgifter för "ojittamaton" (sv. odikat) skulle ha varit korrekt, så felet kunde även ha berott på bristfälliga språkkunskaper. Torvtäktsarealerna var korrekta.</p>
	Bebyggd mark	<p>Värdet var korrekt, men stod i kvadratmeter istället för hektar. Här berodde felet på slarvfel, då enhetsomvandlingen helt uteblivit trots att det i råmaterialet angetts att värdet stod i kvadratmeter. I kalkylmodellen anges också tydligt att det inmatade talet skall stå i hektar.</p>
Skogsfliken		<p>Här skulle anges årsintervallen för vilken lagerförändringsberäkningens uppgifter var hämtade ifrån. Detta var angett i lagerförändringens inmatning. Instruktionerna hade lästs, men missförståtts. Innan testet hade inte nämnts att ifrågavarande flik även kräver inmatning, men lämnats bort för att anvisningarna för kalkylmodellen inte heller innehåller anvisningar för detta.</p>
Resultatfliken		<p>Fel observerades naturligtvis vid de beräkningar där även inmatningsuppgifterna varit felaktiga.</p>

		Vid vattendragresultaten visades dock inga resultat alls, trots att värden hade matats i alla celler. Felet kunde bero på sättet hur värdena klistrats in i inmatningscellen. Problemet bestod oidentifierat och skickades till uppdragsgivaren för vidare analys.
--	--	--

Direkt efter testet intervjuades testpersonerna. Här bör noteras att testpersonerna inte var medvetna om korrigeringen av deras testberäkningar, eftersom genomgången gjordes i ett senare skede. I intervjusvaren finns även kommenterat de frågeställningar som under testningen uppkom hos testpersonerna. Frågeställningarna har angetts inom parentes. Nedan testpersonernas svar från intervjun:

Del 1: Att utreda om kalkylmodellens funktion uppfattas lätt och snabbt

1. Hade Ni bekantat Er med modellen på förhand? Vilka delar?

Testperson 1				Testperson 2			
JA		NEJ	X	JA		NEJ	X

2. Fick Ni tillräckligt med information innan testandet av kalkylmodellen för att kunna påbörja beräkningen?

Testperson 1				Testperson 2			
JA	X	NEJ		JA	X	NEJ	

3. Var det lätt att greppa kalkylmodellens uppbyggnad i Excel-filen? (Var namngivningen av flikarna tydlig och motsvarade innehållet?)

Testperson 1				Testperson 2			
JA	X	NEJ		JA	X	NEJ	

4. Vilket var ert första intryck av kalkylmodellens uppbyggnad i Excel?

Testperson 1				Testperson 2			
BRA	X	DÅLIGT		BRA	X	DÅLIGT	

Del 2: Att kartlägga oklarheter i kalkylmodellens uppbyggnad och instruktioner

1. Uppfattade Ni vad som skulle inmatas i *kommunval*-fliken?

Testperson 1				Testperson 2			
JA		NEJ	X	JA		NEJ	X
Kommentar: Det var oklart hur man skulle välja kommun. <i>(Testpersonen trodde först att man skulle välja kommun genom markering av den cell där kommunnamnet fanns skrivet, istället för att skriva kommunens namn i angiven cell.)</i>				Kommentar: Oklart om man skulle mata in kommunnamn eller kommunens kommunnummer.			

a. Var det tydligt vart data skulle inmatas?

Testperson 1				Testperson 2			
JA		NEJ	X	JA		NEJ	X
Kommentar: Testpersonen bad om hjälp och denne underrättades om att celler med grön färg är inmatningsrutor.				Kommentar: Testpersonen bad om hjälp och denne underrättades om att celler med grön färg är inmatningsrutor.			

2. Uppfattade Ni vad som skulle inmatas i *inmatnings*-fliken (och skog-fliken)?

Testperson 1				Testperson 2			
JA		NEJ	X	JA		NEJ	X
Kommentar: SKOG: Gällande marknadsavverkningen frågade testpersonen övervakaren om stock- och fibervirke i rådata skulle räknas ihop. Testpersonen läste instruktionerna för förrådsförändringen, men förstod inte att inventeringsåren inmatningen av den skulle ske i skogs-fliken. Testpersonen trodde inte att den var relevant, eftersom hon inte hittade någon inmatningscell för inventeringsåren i inmatnings-fliken. Instruktionerna översattes åt testpersonen				Kommentar: SKOG: Gällande marknadsavverkningen frågade testpersonen övervakaren om stock- och fibervirke i rådata skulle räknas ihop. Testpersonen hade förstått instruktionerna för skogens förrådsförändringskalkyl, men pga. kalkylflikens komplicerade och långa uppbyggnad granskades inte hela fliken och den gröna inmatningscellen i slutet av kalkylen förblev tom. JORDBRUKSMARKER: Testpersonen förstod inte instruktionerna för			

<p>under intervjun och denne medgav att missförståndet berodde på en enkel språkmiss.</p> <p>JORDBRUKSMARKER:</p> <p>Testpersonen förstod inte vad som skulle matas in i "odlad areal (konventionell odling)" cellen, pga. bristfälliga instruktioner.</p> <p>Testpersonen bad om hjälp för att kunna fortsätta.</p> <p>VATTENDRAGEN:</p> <p>Kommunen fanns inte att hitta i rådata, vilket gjorde testpersonen osäker och konfunderad. Stannade upp i arbetet och bad om hjälp.</p> <p>MYRMARKER:</p> <p>Värdet för myrmarksarealerna hittades problemfritt, men förstod inte vad som skulle göras med indelningen oligotrof/minerotrof. Instruktionerna gav bilden av att uppgifterna skulle finnas.</p>	<p>"odlad areal (konventionell odling)" cellen, men sökte upp "odlad_areal" i rådata och använde det värdet (som ger fel i resultaten).</p> <p>VATTENDRAGEN:</p> <p>Hittade inte kommunen i rådata, blev osäker, men lämnade cellen tom.</p> <p>MYRMARKER:</p> <p>Värdet för myrmarksarealerna hittades problemfritt, men förstod inte vad som skulle göras med indelningen oligotrof/minerotrof. Instruktionerna gav bilden av att uppgifterna skulle finnas.</p>
--	--

a. Var det tydligt vart data skulle inmatas?

Testperson 1				Testperson 2			
J A	X	N E J		J A	X	N E J	

3. Var det tydligt varifrån nödvändiga data skulle hämtas?

Testperson 1				Testperson 2			
J A	X	N E J		J A	X	N E J	

4. Hur gick hämtandet och bearbetningen av råmaterialet?

a. Skog

Testperson 1				Testperson 2			
L Ä T T	X	S V Å R T		L Ä T T	X	S V Å R T	

b. Jordbruksmark

Testperson 1				Testperson 2			
LÄTT	X	SVÅRT		LÄTT	X	SVÅRT	
Kommentar: Hämtandet av uppgifterna bedömdes vara lätta, men instruktionerna VAD som skulle hämtas var otydliga.				Kommentar: Hämtandet av uppgifterna bedömdes vara lätta, men instruktionerna VAD som skulle hämtas var otydliga.			

c. Vattendragen

Testperson 1				Testperson 2			
LÄTT	X	SVÅRT		LÄTT		SVÅRT	X
Kommentar: Testpersonen hade använt OIVA och Hertta tidigare så hittandet av sjöuppgifterna var lätt. Bearbetningen av sjöarnas och strömmande vattendragens arealer i storleksklasser krävde mera arbete och tid än de övriga uppgifterna, men bedömdes ändå som lätta i Excel.				Kommentar: Testpersonen sökte sjöuppgifterna från Järviwiki, men hade både svårigheter att hitta uppgifterna där (fick hjälp av övervakaren). Testpersonen hade problem med att få uppgifterna bearbetade i Excel, så talen skrevs slutligen förhand i Excel och bearbetade därefter. Bearbetningen av sjöarnas och strömmande vattendragens arealer i storleksklasser krävde mera arbete och tid än de övriga uppgifterna, men bedömdes ändå som lätta i Excel.			

d. Myrmarker

Testperson 1				Testperson 2			
LÄTT	X	SVÅRT		LÄTT	X	SVÅRT	

e. Bebyggt markområde

Testperson 1				Testperson 2			
LÄTT	X	SVÅRT		LÄTT	X	SVÅRT	

5. Uppfattade Ni vilka av flikarna Ni inte behövde använda?

Testperson 1				Testperson 2			
JA		NEJ	X	JA	X	NEJ	
Kommentar: Förstod inte att skogsfliken behövde användas.							

Var det lätt att tolka resultaten?

Testperson 1				Testperson 2			
JA	X	NEJ		JA	X	NEJ	

Del 3: Att kartlägga hur uppbyggnaden eller instruktionerna eventuellt kunde förbättras

1. Kunde någonting med modellen förbättras eller ändras?

Testperson 1 och 2
Kommentar: <ol style="list-style-type: none"> Kommunvalflikens uppbyggnad Ex. Det var otydligt då kommunerna var indelade enligt skogscentral; hellre skulle man kunna ha alla kommuner i samma kolumn och valet av kommun skulle ske genom markering av eller kryss intill den kommun man vill beräkna kolbalansen för. Inmatningen av jordbruksmarksuppgifter enklare Ex. För att förenkla "Odlad mark (konventionell odling)" cellens inmatning skulle denna automatiskt kunna räkna ut (liksom vid inmatning av skogsdata) summan av vall åker och ettåriga växter. De celler som räknar summan av andra inmatningsrutor skulle vara tydligare om de placerades under dessa celler, som de räknar summan av. Inmatning av uppgifter som inte finns Ex. Eftersom oligotrof/minerotrof-indelningen inte fås ur rådata, bör instruktionerna innehålla uppgifter om att dessa saknas eller kan saknas. Ex. Eftersom testkommunens uppgifter saknades i rådata (ex. kustens vassbestånd), orsakade det osäkerhet hos testpersonen. Användaren bör redan i instruktionerna underrättas om att uppgifter saknas för vissa kommuner. Omvandling av enheter Ex. Testarna medgav att onödigt slarv gällande enheterna förekom. Enhetsflikens uppgifter kunde placeras i en skild ruta i inmatningsfliken, så att man blir påmind om att alltid kontrollera enheterna som frågas efter. Ex. Ännu bättre skulle vara om inmatningsfliken kunde innehålla en omvandlingsfunktion där ett värde som matas in med specifik enhet sedan automatiskt anger värdet i två-tre andra enheter. Om man matar in 20500 i m²-cell, anges automatiskt värdet i ar, ha och km² i cellerna intill.

4.6 Intervju med kommunala tjänstemän

Om delegeringen av utsläppsräkningen (S. Kajala)

1. Skulle en eventuell utsläppsräkning delegeras till miljöavdelningen i kommunen?

Enligt S. Kajala skulle det nog vara väldigt sannolikt att uppgiften skulle delegeras till miljöavdelningen. T. Ristikangas instämmer.

2. Vem skulle Ni be om hjälp för utförandet av den GIS-baserade informationssökningen?

S. Kajala skulle anställa en praktikant för hela jobbet (inte enbart GIS-delen) och skulle välja en sökande med åtminstone grundläggande kunskaper i GIS. Ifall mätningsavdelningen skulle ha en praktikant, kunde möjligtvis även denne delegeras GIS-uppgiften.

GIS-metodens svårighetsgrad (T. Ristikangas)

3. Skulle de nödvändiga GIS-basuppgifterna redan finnas i kommunens databas?

Terrängdatabasen är köpt för några år sedan, men de uppgifter kommer ej att tilldelas en tredje part.

4. Kan examinandens GIS-metoder (i ArcGis) tillämpas i kommunens GIS-program?
(En beskrivning av metoderna i ArcGis ingick)

Ja. Corine Land Cover- uppgifterna om kommunens bebyggda markareal behöver nödvändigtvis inte användas, då motsvarande uppgifter redan har sammanställts i och med kommunens områdesplanering. Den bebyggda markarealen kan enkelt plockas ur den gemensamma databasen som även S. Kajala har tillgång till.

5. Bedöm: Är GIS-metoderna lätta att utföra (här i Hangö)?

Ja.

6. Vilket GIS-program använder kommunen? Är den vanlig även i andra kommuner?

Hangö använder sig av Microstation 94. Den är vanlig inom kommunerna och Hangö köpte den samtidigt med bl.a. Raseborg.

Om utsläppsräkningens förverkligande (S. Kajala och T. Ristikangas)

1. Skulle det vara lätt att få tag i rätt person till att hjälpa med utsläppsräkningen?

S. Kajala: Ja, såvitt pengar reserverats för en praktikant att utföra jobbet. Exempelvis har Hangö nu planerat sitt deltagande i Finlands miljöcentrals och Kommunförbundets HINKU-projekt (kolneutrala kommuner). För att hjälpa till med beräkningen, har det i budgeten redan reserverats pengar för att anställa en praktikant för jobbet.

2. Skulle utsläppsräkningen bli slutförd?

S. Kajala: Ja.

T. Ristikangas: Ja.

4.7 Bedömning

Bedömningen av kalkylmodellens användarvänlighet har gjorts på basen av användartestet och intervjuerna och kompletterats med examinandens egna erfarenheter vid testningen av kalkylmodellen (kapitel 3.2).

Vid användartestet framkom det brister i kommunvalflikens uppbyggnad. Detta kunde förbättras genom att förtydliga valet av kommunen. Eftersom det också förekom många felaktigheter vid enhetsomvandlingen, kunde den korrekta omvandlingen av enheter framhållas i anvisningarna och inmatningsfliken. Dessutom bör instruktionerna för alla beräkningar förbättras med tanke på de räknefel som uppkom under användartestet. Trots att osäkerheter förekom vid inmatningen av ex. jordbruksberäkningen, är det inte säkert att de felaktiga värdena skulle ha observerats och därmed inte åtgärdats. I vattendragsberäkningen bör utelämnas instruktionen om att strömmande vattendragens uppgiftsindelning i storleksklasser sker likt sjöarnas. Fallet är därmed ett annat, då indelningen i de strömmande vattendragen baseras på vattendragens bredd och i sjöarna på arealen. För de inmatningsdelar där uppgifter inte finns att hitta för varje kommun, ex. kustens vassbestånd, kunde avsaknaden av information nämnas vid inmatningens instruktioner.

Brister i jordbruksmarksanvisningarna upptäcktes både under användartestet och vid testningen av kalkylmodellen. Vid jordbruksberäkningen kunde vissa ordval förbättras; det använda "*yksivuotiset viljakasvit*" (sv. ettåriga spannmålsväxter/sädesväxter) är missvisande, då det vid inmatningen även skall inmatas arealuppgifter för "*muut viljelykasvit*" (sv. övriga odlingsväxter). I den senare kategorin ingår även potatis, ärter

och trädgårdsväxter, som inte är detsamma som spannmålsväxter. Även användningen av "ettårig" är missvisande då det i trädgårdsväxterna ingår ex. jordgubbsplantor (Maataloustilastot 2007) som inte är en ettårig växt.

Vid testningen av kalkylmodellen uppkom tidvis problem med informationssökningen. Problemen uppkom vid e-postväxlingen med diverse kontakter (Metla, Tike) då oklarheter uppstod i vilka uppgifter som önskades. Myrmarker i naturtillstånd behövde förklaras noggrannare, så att Metla kunde erbjuda rätt information. Myrmarker i naturtillstånd blev i och med denna process att vara lika med odikade myrmarker, efter konsultering med uppdragsgivaren. Informationssökningen var också ansträngande med Tike, då uppgiftsmängden som önskades var stor och otaliga påminnelser per e-post krävdes för att få den nödvändiga informationen. Då examinandens praktiktid på Aronia tog slut, hade uppgifterna om de ekologiskt odlade markarealerna ännu inte fåtts, pga. permitteringar vid Tike. Bearbetningen av jordbruksmarksuppgifterna var också ansträngande och hjälp av jordbruksexpert på Yrkeshögskolan Novia blev nödvändigt. Informationssökningen och bearbetningen av de övriga uppgifterna bedömdes vara relativt lätta. Noggrannhet vid enhetsomvandlingen och bearbetningen av stora data förespråkas, att inte slarvfel uppkommer. Dock bör noteras att testområdet på åtta kommuner och dess data är ett åttafaldigt större material att hantera än enbart en kommuns uppgifter.

Gällande GIS-arbetet antas informationssökningen ske utan problem, såvitt sökningen görs av någon med baskunskaper i GIS. Om GIS-kännaren även är någon vid kommunens mätavdelning, har denna antagligen också förhandskunskaper i terrängdatabasen material. Kommunen torde även ha egna uppgifter om kommunens bebyggda markområden i och med planläggningen, vilket utesluter behovet och bearbetningen av Corine materialet.

Utan förbättringarna bedömes kalkylmodellen inte vara användarvänlig för en person som inte har tillgång till någon annan form av användarstöd än anvisningsfliken.

5 Diskussion

Efter praktikperioden på Aronia under hösten 2012, har bristerna korrigerats och förbättrats. Kalkylmodellen har även namngetts och går nu under namnet LUONNIKAS (fi. *Luontoperäisten kasvihuonekaasujen laskentamalli kunnille*). En annan nyhet är att det för tillfället pågår ett samarbete mellan Aronia och Syke gällande kalkylmodellen. LUONNIKAS kommer att publiceras under våren 2013 och kommer att fungera som ett självständigt komplement till Kasvener.

Uppdateringar har bl.a. gjorts i kalkylmodellens skogsberäkning och jordbruksberäkning. Skogsberäkningens räknemetod har bestämts till tillväxt-avgång metoden där även *uusi poistuma BEF* parametrarna är uppdaterade. Skogsberäkningens resultat kan även kasta p.g.a. räknefel i kvävegödslingens utsläppberäkning, där resultatets slutvärde glömts att dividera med 100 (i nya versionen korrigerat). Därmed är kvävegödslingens utsläpp onödigt stora, men dess förhållande till biomassans och jordmånens så litet att det inte märkbart ändrar resultaten. Jordbruksberäkningens räknemetod för mineraljordens utsläpp/bindning har ändrats i LUONNIKAS och nya beräkningar kommer att ge annorlunda resultat. Kommunvalsfliken har också omformats, så att användaren enbart väljer kommunens skogscentralsområde.

Efter praktikperioden har även nya uppgifter om sjöregistrets och terrängdatabasens strömmande vatten material upptäckts. I Sjöregistret kan sjöarealerna skilja från verkligheten för de sjöars del som sträcker sig över flera kommuners gränser. Här har alltså arealuppgifterna granskats för enbart den del av sjöns vattenyta som befinner sig på kommunens egna område. Alltså kan en större sjös arealuppgifter ha blivit indelad i mindre storleksklasser i dessa kommuners sjöberäkningar och därmed ge större utsläppsresultat än i verkligheten.

Kasvener och den nya kalkylmodellen utgör klimatverktyg för kommunernas klimatarbete. Kalkylverktygen erbjuder förenklade kalkylmetoder för karteringen av växthusgasutsläppen i kommunerna och underlättar på så vis arbetet. Enligt Haaspuro (personlig kommunikation, mars 2013) pågår nu ett samarbete mellan Aronia och Syke. Lägesdatatjänsten i Oiva har även gjorts lättare tillgänglig genom att användaren numera inte behöver registrera sig för att komma åt lägesmaterialet. Att material för

klimatarbetet görs lättare tillgängligt är även ett steg framåt i motiverandet av kommunerna till fortsatt klimatarbete.

Verktygen förverkligar i sig dock inga karteringar, utan de behöver en användare, en aktör. Att kommunerna vill och kan minska sina utsläpp har bevisats i samband med Hinku-projektets nyaste resultat. Fem kommuner som ingått Hinku-samarbete år 2008 har minskat sina växthusgasutsläpp med 12-18 % efter år 2007 (Hinku-foorumi 2013a). Minskningarna berodde på minskningen av fossila bränslen och ökandet av förnybara bränslen. Nyligen har även testområdets Hangö, Lojo, Raseborg och Sjundeå ingått ett samarbete med Hinku och eftersträvar en utsläppsminskning på 80 % från år 2007 nivå fram till år 2030 (Hinku-foorumi 2013b).

Källförteckning

CBC News (12.12.2011). *Canada pulls out of Kyoto Protocol*.

<http://www.cbc.ca/news/politics/story/2011/12/12/pol-kent-kyoto-pullout.html>

(hämtat: 25.2.2013).

Climate Change Act 2008.

<http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/contents> (hämtat: 1.3.2013).

European Commission (2013). *What is the EU doing about climate change?*

http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm (hämtat: 25.2.2013).

Forsknings- och utvecklingsinstitutet Aronia (u.å.). *Kolsänkor i lokala miljöer - Utveckling av kalkylmetoder*.

[http://www.novia.fi/aronia/utvecklingsprojekt/Vaxthusgaser-i-](http://www.novia.fi/aronia/utvecklingsprojekt/Vaxthusgaser-i-Vastnyland/vaxthusgaser-i-vastra-nyland-kolsankor/)

[Vastnyland/vaxthusgaser-i-vastra-nyland-kolsankor/](http://www.novia.fi/aronia/utvecklingsprojekt/Vaxthusgaser-i-Vastnyland/vaxthusgaser-i-vastra-nyland-kolsankor/) (hämtat: 26.3.2013).

Geologiska forskningscentralen (u.å.). *GTK i korthet*.

<http://se.gtk.fi/> (hämtat: 23.8.2012)

Haaspuro, T. & Fortelius, W. (2010). *Växthusgasutsläpp i västra Nyland-kartering över år 2007*. (Novia Publikation och Produktion, serie R, Rapporter 3/2010). Vasa: Yrkeshögskolan Novia.

http://issuu.com/yhnovia/docs/yhnovia_r-vaxthus_978-952-5839-07-4/1 (hämtat: 28.3.2013).

Hinku-foorumi (20.3.2013a). *Hinku-kunnat vähensivät ilmastopäästöjä. Suomen ympäristökeskus*.

http://www.hinku-foorumi.fi/kunta/fi_FI/hinkukunnatvahensivatilmastopaastoja/

(hämtat: 27.3.2013).

Hinku-foorumi (29.1.2013b). *Hanko, Lohja, Raasepori ja Siuntio tavoittelevat hiilineutraaliutta*. Suomen ympäristökeskus.

http://www.hinku-foorumi.fi/etusivu/fi_FI/hankolohjaraaseporijasiuntio/ (hämtat:

27.3.2013).

Juutinen, S., Rantakari, M., Kortelainen, P., Huttunen, J. T., Larmola, T., Alm, J., Silvola, J. & Martikainen, P. J. (2009). *Methane dynamics in different boreal lake types*. (Biogeosciences , 6, 209-223). (u.o.) Biogeosciences.

Järvirekisteri. *Tietojärjestelmien ja -aineistojen kuvaukset*. Suomen ympäristökeskus. <http://www.i5.ymparisto.fi/i5/496e.htm> (hämtat: 23.8.2012)

Kaakinen, E., Kokko, A., Aapala, K., Kalpio, S., Eurola, S., Haapalehto, T., Heikkilä, R., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Nousiainen, H., Ruuhijärvi, R., Salminen, P., Tuominen, S., Vasander, H. & Virtanen, K. (2008). *Suot*. (Suomen ympäristö 8/2008). Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Kommunförbundet (2011). *Kalkylmodellen KASVENER*. <http://www.kommunerna.net/sv/sakkunnigtjanster/miljo/klimatforandringen/Redskap-motverkande-klimatforandringen/kasvener/Sidor/default.aspx> (hämtat 26.3.2013).

Kuusisto, E., Kauppi, L. & Heikinheimo, P. (toim.) (1996). *Ilmastonmuutos ja Suomi*. Helsinki: Yliopistopaino.

Lantmäteriverket (u.ä.). *Terrängdatabasen*. <http://www.maanmittauslaitos.fi/sv/digituotteet/terrangdatabasen> (hämtat: 27.3.2013)

Maataloustilastot (2007). *Käytössä oleva maatalousmaa vuonna 2007*. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. http://www.maataloustilastot.fi/sites/default/files/kaytossa_oleva_maatalousmaa_2007.pdf (hämtat: 27.3.2013)

Metinfo (u.ä.). *Valtakunnan metsien inventointi – metsävaratilastot*. Metsäntutkimuslaitos. <http://www.metla.fi/metinfo/vmi/> (hämtat: 29.8.2012)

OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille (u.ä.). *OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille*. <http://www.wp2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp> (23.8.2012).

Pitkänen, T. (2006). *Missä ruokoa kasvaa? Järviruokoalueiden satelliittikartoitus Etelä-Suomen ja Viron Väinämeren rannikoilla*. (Turun Ammattikorkeakoulun puheenvuoroja 29). Turku: Turun Ammattikorkeakoulu.

Polttava Kysymys – Ilmastolakikampanja (2010). *Mikä ilmastolaki?*
http://www.polttavakysymys.fi/mika_ilmastolaki/ (hämtat: 1.3.2013).

Rantakari, M. (2010). *The role of lakes in carbon cycling in boreal catchments*.
(Monographs of the Boreal Environment Research, no. 35/2010). Helsinki: Edita Prima Ltd.

Rantala, S. (toim.) (2008). *Tapion Taskukirja*. (25. Uudistettu painos). Helsinki: Metsäkustannus.

Statistics Finland (2008). *Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2006 – National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol*. Helsinki: Statistics Finland.

Statistics Finland (2013). *Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2011 (draft) – National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol – Submission to the European Union*. (u.o.) Statistics Finland.
http://www.stat.fi/tup/khkinv/fin_nir_2011_2013_01_15.pdf 26.3.2013.

Suomen Akatemia (2011). *Suomalainen ilmakehänmuutosten tutkimusohjelma SILMU (1990-95)*. <http://www.aka.fi/fi/A/Ohjelmat-ja-yhteisty/Tutkimusohjelmat/Paattyneet/Suomalainen-ilmakehanmuutosten-tutkimusohjelma-SILMU-1990-95/> (hämtat: 27.2.2013).

Suomen ympäristökeskus (2011a). *Paikkatietoaineisto: CORINE Land Cover 2006 ja 2000*. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=151717> (hämtat: 23.8.2012)

Suomen ympäristökeskus (2011b). *Corine Land Cover 2006*. (u.o.)
<http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid={4438F7E1-2927-4854-B8F8-0EE8E8822C53}>

Suomen ympäristökeskus (2013a). *Kohti hiilineutraalia kuntaa (HINKU)*.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=431189&lan=FI> (hämtat: 26.3.2013).

Suomen ympäristökeskus (2013b). *Ilmastomuutoksen hillitseminen*.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=249&lan=fi> (hämtat: 25.2.2013).

Suomen ympäristökeskus (2013c). *Ilmastolaki valmistellaan vielä tämän hallituskauden aikana*.

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=428736&lan=fi&clan=fi> (hämtat: 1.3.2013).

Tilastokeskus (2010). *Kansallinen järjestelmä*.

http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_kansallinen_seurantajarjestelma.html (hämtat: 25.2.2013).

Tilastokeskus (2012a). *Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2010*. (Katsauksia 2012/1, Ympäristö ja luonnonvarat). Helsinki: Tilastokeskus.

http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/suominir_2012.pdf (hämtat: 25.2.2013).

Tilastokeskus (2012b). *Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2011*.

http://www.stat.fi/til/khki/2011/khki_2011_2012-12-13_kat_001_fi.html (hämtat: 25.2.2013).

Tilastokeskus (2012c). *Laatuseloste – Kasvihuonekaasut*.

http://www.stat.fi/til/khki/2011/khki_2011_2012-12-13_laa_001_fi.html (27.2.2013).

Tomppo, E., Katila, M., Mäkisara, K. & Peräsaari, J (2012). *The Multi-source National Forest Inventory of Finland – methods and results 2007*.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp227.pdf> (hämtat: 29.8.2012).

United Nations (1997). *UN Conference on Environment and Development (1992)*.

<http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html> (hämtat: 25.2.2013).

United Nations (1998). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> (hämtat: 25.2.2013).

United Nations Framework Convention on Climate Change (u.ä.). *Kyoto Protocol*.

http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php (hämtat: 25.2.2013).

Bilaga 1 - Testområdets inmatningsuppgifter för skogsberäkningen

Bilagor

Testområdets inmatningsuppgifter för skogsberäkningen

De nödvändiga uppgifterna för kalkylmodellens skogsberäkning hämtades från Metinfos riksskogstaxeringssidor på internet, från Metlas arbetsrapporter och från Metinfos Statistiktjänst.

Tabell 1: Skogstillgångarna år 2007 i testkommunerna (ha).

Kommun	Skogsmark	Tvinmark	Impediment	Sammanlagt
Hangö	6479	1809	584	8872
Högfors	16011	364	96	16470
Ingå	18870	2770	618	22257
Karislojo	7188	398	170	7756
Lojo	19199	876	264	20338
Nummi-Pusula	28309	1125	305	29740
Raseborg	68837	10344	2343	81523
Sjundeå	12525	1024	256	13804

Källa: Metinfo u.å.

Tabell 2: Privatägda skogars marknadsavverkningar i testkommunerna år 2007 (m³).

Kommun	Tall	Gran	Lövträd	Sammanlagt
Hangö	7300	8000	2100	17400
Högfors	9800	46400	7400	63600
Ingå	25600	43400	9900	78900
Karislojo	6100	20800	3500	30400
Lojo	17400	61600	9500	88500
Nummi-Pusula	34100	74900	15100	124100
Raseborg	92400	117400	29300	239100
Sjundeå	13400	32200	7200	52800

Källa: Metinfos Statistikservice

Bilaga 2 - Testområdets inmatningsuppgifter för jordbruksmarksberäkningen

Testområdets inmatningsuppgifter för jordbruksmarksberäkningen

Efter genomgång och sortering av Tikes uppgifter om testkommunernas jordbruksarealer resulterade informationssökningen och bearbetningen i följande (med ekologiskt odlade markarealer utelämnade):

Tabell 126: Arealuppgifter för testkommunernas jordbruksmark och skyddszoner (ha).

Hangö	Jordmån (ha)	2007	1997
	Jordbruksmark i användning	144.38	58.93
	Konventionellt odlad yta	144.38	58.93
	Vallåker	81.31	0
	Ettåriga odlingsväxter	63.07	58.93
	Träda	62.63	14.9
	Biomassa (ha)		
	Äppelträd och vinbärsbuskar	0.00	
	Skyddszoner (ha)		
	Skyddszoner	0.00	
Högfors	Jordmån (ha)	2007	1997
	Jordbruksmark i användning	2832.4	3040.83
	Konventionellt odlad yta	2832.4	3040.83
	Vallåker	586.72	734.58
	Ettåriga odlingsväxter	2245.68	2306.25
	Träda	187.41	235.25
	Biomassa (ha)		
	Äppelträd och vinbärsbuskar	0.00	
	Skyddszoner (ha)		
	Skyddszoner	159,86	
Ingå	Jordmån (ha)	2007	1997
	Jordbruksmark i användning	6539.78	6436.65
	Konventionellt odlad yta	6539.78	6436.65
	Vallåker	416.73	429.33
	Ettåriga odlingsväxter	6123.05	6007.32
	Träda	668.99	586.55
	Biomassa (ha)		
	Äppelträd och vinbärsbuskar	0.00	

Bilaga 2 - Testområdets inmatningsuppgifter för jordbruksmarksberäkningen

	Skyddszoner (ha)		
	Skyddszoner	10.02	
Karislojo	Jordmån (ha)	2007	1997
	Jordbruksmark i användning	1772.01	1803.29
	Konventionellt odlad yta	1772.01	1803.29
	Vallåker	684.64	486.13
	Ettåriga odlingsväxter	1087.37	1317.16
	Träda	91.13	357.27
	Biomassa (ha)		
	Äppelträd och vinbärsbuskar	24.83	
	Skyddszoner (ha)		
	Skyddszoner	70.91	
Lojo	Jordmån (ha)	2007	1997
	Jordbruksmark i användning	5262.26	5426.59
	Konventionellt odlad yta	5262.26	5426.59
	Vallåker	1477.83	1309.69
	Ettåriga odlingsväxter	3784.43	4116.9
	Träda	390.27	894.12
	Biomassa (ha)		
	Äppelträd och vinbärsbuskar	46.12	
	Skyddszoner (ha)		
	Skyddszoner	336.25	
Nummi-Pusula	Jordmån (ha)	2007	1997
	Jordbruksmark i användning	8656.08	8616.28
	Konventionellt odlad yta	8656.08	8616.28
	Vallåker	1234.89	1460.64
	Ettåriga odlingsväxter	7421.19	7155.64
	Träda	535.07	908.37
	Biomassa (ha)		
	Äppelträd och vinbärsbuskar	0.00	
	Skyddszoner (ha)		
	Skyddszoner	446.63	
Raseborg	Jordmån (ha)	2007	1997
	Jordbruksmark i användning	14024.6	14210.63
	Konventionellt odlad yta	14024.6	14210.63

Bilaga 2 - Testområdets inmatningsuppgifter för jordbruksmarksberäkningen

	Vallåker	2789.42	2291.47
	Ettåriga odlingsväxter	11235.2	11919.16
	Träda	1336.22	1527.47
	Biomassa (ha)		
	Äppelträd och vinbärsbuskar	5.09	
	Skyddszoner (ha)		
	Skyddszoner	44.00	
Sjundeå	Jordmån (ha)	2007	1997
	Jordbruksmark i användning	5868.46	5724.65
	Konventionellt odlad yta	5868.46	5724.65
	Vallåker	688.44	639.15
	Ettåriga odlingsväxter	5180.02	5085.5
	Träda	545.83	638.53
	Biomassa (ha)		
	Äppelträd och vinbärsbuskar	0.00	
	Skyddszoner (ha)		
	Skyddszoner	118.92	

Källa: Mikkola, personlig kommunikation, september 2012

Bilaga 3 - Testområdets inmatningsuppgifter för vattendragsberäkningen

Testområdets inmatningsuppgifter för vattendragsberäkningen

Efter genomgång och sortering av Sjöregistrets kommunala arealuppgifter i varsin storleksklass, blev inmatningsuppgifterna enligt tabell 1.

Tabell 1: Sammanslagna arealuppgifter (ha) för testkommunernas sjöar, indelade enligt kalkylmodellens storleksklasser (areal, ha).

Sjöar	<10	10-99	100-999	1000-99999	>10 000
Hangö	0.00	124.51	0.00	0.00	0.00
Högfors	96.78	130.07	601.60	0.00	0.00
Ingå	105.11	294.04	794.74	0.00	0.00
Karislojo	168.08	400.07	742.26	0.00	0.00
Lojo	143.62	486.24	1470.78	8821.77	0.00
Nummi-Pusula	257.22	1269.02	1695.19	0.00	0.00
Raseborg	594.27	1778.77	2388.02	1077.34	0.00
Sjundeå	66.93	250.59	489.73	0.00	0.00

Källa: Sjöregistret u.å.

Efter genomgången av Pitkänens rapport, blev inmatningsuppgifterna för vassbestånden följande:

Tabell 2: Arealuppgifter för vassbeståndets vid testkommunernas kustområden (ha).

Hangö	97.26
Högfors	0.00
Ingå	562.60
Karislojo	0.00
Lojo	0.00
Nummi-Pusula	0.00
Raseborg	1914.48
Sjundeå	72.87

Källa: Pitkänen 2006, s. 63

Bilaga 3 - Testområdets inmatningsuppgifter för vattendragsberäkningen

Efter bredduppskattningen av de strömmande vattendragens vattendragslinjer och vattendragspolygoner sorterades dessa i kalkylmodellens breddkategorier. Då arealuppgifterna för varje breddkategori summerades ihop resulterade det i tabell (tabell 3) framställda inmatningsuppgifter.

Tabell 3: Arealuppgifter (ha) för testkommunernas strömmande vattendrag, indelade enligt kalkylmodellens storleksklasser (bredd, m).

Strömmande vatten	< 5 m	5 – 10 m	10 – 30 m	> 30 m
Hangö	8.22	0.00	0.00	0.00
Högfors	17.31	17.70	17.73	0.00
Ingå	25.95	2.60	0.28	0.00
Karislojo	6.24	1.67	9.53	3.02
Lojo	39.41	3.08	5.84	19.96
Nummi-Pusula	81.92	44.59	37.94	3.71
Raseborg	104.32	14.79	14.05	91.49
Sjundeå	30.07	15.86	39.46	0.80

Källa: Terrängdatabasen u.å.

Bilaga 4 - Testområdets inmatningsuppgifter för myrmarksberäkningen

Testområdets inmatningsuppgifter för myrmarksberäkningen

I beställningen framgick enbart arealuppgifterna av odikade myrmarker på testkommunernas områden. Myrmarkernas näringstillförsel uppskattades genom att granska testkommunernas geografiska läge. Eftersom testområdet ligger i södra Finland kan alla områdets myrmarker antas vara ombrotrofiska (Kaakinen m.fl. 2008, s. 188). Beställningen av de odikade myrmarkernas arealuppgifter i testkommunerna erbjöd tillsammans med terrängdatabasens torvtäktsmaterial följande uppgifter för inmatning i kalkylmodellen:

Tabell 1: Arealuppgifter för testkommunernas odikade myrmarker (myrmarker i naturtillstånd) och torvtäkter.

Hangö	Myrmarker i naturtillstånd (ha)	
	Ombrotrofiska	259.00
	Minerotrofiska	0.00
	Sammanlagt	259.00
	Torvmarker (ha)	
	Torvtäktsarealer	0.00
Högfors	Myrmarker i naturtillstånd (ha)	
	Ombrotrofiska	606.00
	Minerotrofiska	0.00
	Sammanlagt	606.00
	Torvmarker (ha)	
	Torvtäktsarealer	5.46
Ingå	Myrmarker i naturtillstånd (ha)	
	Ombrotrofiska	780.00
	Minerotrofiska	0.00
	Sammanlagt	780.00
	Torvmarker (ha)	
	Torvtäktsarealer	80.70
Karislojo	Myrmarker i naturtillstånd (ha)	
	Ombrotrofiska	299.00
	Minerotrofiska	0.00
	Sammanlagt	299.00
	Torvmarker (ha)	
	Torvtäktsarealer	0.00

Bilaga 4 - Testområdets inmatningsuppgifter för myrmarksberäkningen

Lojo	Myrmarker i naturtillstånd (ha)	
	Ombrotrofiska	417.00
	Minerotrofiska	0.00
	Sammanlagt	417.00
	Torvmarker (ha)	
	Torvtäktsarealer	0.34
Nummi-Pusula	Myrmarker i naturtillstånd (ha)	
	Ombrotrofiska	763.00
	Minerotrofiska	0.00
	Sammanlagt	763.00
	Torvmarker (ha)	
	Torvtäktsarealer	7.49
Raseborg	Myrmarker i naturtillstånd (ha)	
	Ombrotrofiska	2752.00
	Minerotrofiska	0.00
	Sammanlagt	2752.00
	Torvmarker (ha)	
	Torvtäktsarealer	51.08
Sjundeå	Myrmarker i naturtillstånd (ha)	
	Ombrotrofiska	637.00
	Minerotrofiska	0.00
	Sammanlagt	637.00
	Torvmarker (ha)	
	Torvtäktsarealer	0.00

Källa: Tuominen, personlig kommunikation, september 2012 och Lantmäteriverket u.å.

Bilaga 5 - Testområdets inmatningsuppgifter för bebyggda markområden

Testområdets inmatningsuppgifter för bebyggda markområden

Ur Corine 2006 materialet framgick följande arealuppgifter för testkommunernas bebyggda markområden:

Tabell 1: Arealuppgifter för testkommunernas bebyggda markområden (ha).

Bebyggd markareal (ha)	
Hangö	1783.70
Högfors	929.76
Ingå	1075.53
Karislojo	307.55
Lojo	4869.27
Nummi-Pusula	680.18
Raseborg	3938.22
Sjundeå	1106.05

Källa: Suomen ympäristökeskus 2011b